

এইচ. এস. সি.

পদার্থবিজ্ঞান

২য় পত্র



পদার্থবিজ্ঞান শর্ট সিলেবাসের সকল জ্ঞানমূলক, অনুধাবনমূলক থাকছে ভেতরে

পদার্থবিজ্ঞান ২য় পত্র

প্রধান পরিকল্পক

নুমেরি সান্তার অপার
ইফতেখার রিমন
খন্দকার আশিকুর রহমান

সম্পাদনা পর্ষদ

লাবিবা সালওয়া ইসলাম
মোসা: মোরশেদা খাতুন
জিয়াউল কবীর সামি
তাহিয়া তাবাসসুম

সার্বিক সহযোগিতায়

কাওসার আহমেদ ইফতি
মো. সাহারিয়াজ হোসেন

প্রচ্ছদ

শাহরীয়ার তানভীর তাসিন



সূচিপত্র

তাপগতিবিদ্যা

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

স্থির তড়িৎ

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

চল তড়িৎ

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

যে টপিকে যেতে চান সে টপিকে Click করুন



সূচিপত্র

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

যে টপিকে যেতে চান সে টপিকে Click করুন



তাপগতিবিদ্যা

জ্ঞানমূলক

১) আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে?

[য. বো. '১৯]

উ: 1 kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক তাপ বলে।

২) অন্তঃস্থ শক্তি কী?

[রা. বো., য. বো., কু. বো., চ. বো., ব. বো. '১৮; চ. বো. '১৬]

উ: বস্তুর অভ্যন্তরস্থ অণু, পরমাণু ও মৌলিক কণাসমূহের রৈখিক গতি, স্পন্দন গতি ও ঘূর্ণনগতি এবং তাদের মধ্যকার বলের কারণে উদ্ভূত শক্তিই অন্তঃস্থ শক্তি।

৩) তাপ গতিবিদ্যার ১ম সূত্রটি বিবৃত কর।

[ঢা. বো. '১৯]

উ: তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি হলো- যখন যান্ত্রিক শক্তিকে সম্পূর্ণরূপে তাপে বা তাপশক্তিকে সম্পূর্ণরূপে কাজে রূপান্তরিত করা হয় তখন যান্ত্রিক শক্তি ও তাপ পরস্পরের সমানুপাতিক হয়।

৪) এনট্রপি কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৫; য. বো. '১৬; চ. বো. '১৫; ব. বো. '১৯; দি. বো. '১৯]

উ: রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বস্তুর যে তাপীয় ধর্ম স্থির থাকে বা অপরিবর্তিত থাকে তাকে এনট্রপি বলে।

৫) প্রত্যাবর্তী বা প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া কাকে বলে?

[কু. বো. '১৬; সি. বো. '১৬; ব. বো. '১৬; দি. বো. '১৭]

উ: যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে এবং সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয় সেই প্রক্রিয়াকে প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে।

৬) তাপগতীয় ব্যবস্থা বা সিস্টেম কী?

[সি. বো. '১৭]

উ: তল বা বেষ্টিনী দ্বারা সীমাবদ্ধ নির্দিষ্ট পরিমাণ বস্তুকে তাপগতীয় ব্যবস্থা বা সিস্টেম বলে, যেখানে তাপগতীয় চলরাশি পরিমাপ করা যায়।

৭) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া কী?

[য. বো. '১৫]

উ: যে তাপ গতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেম থেকে তাপ বাইরে যায় না বা বাইরে থেকে কোনো তাপ সিস্টেমে আসে না তাই রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া।

৮) তাপ গতিবিদ্যার ২য় সূত্রটি বিবৃত কর।

[ঢা. বো. '১৭]

উ: বাইরের কোনো শক্তি কর্তৃক সম্পাদিত কাজ ব্যতিরেকে শীতল বস্তু হতে উষ্ণ বস্তুতে তাপ নিজে প্রবাহিত হতে পারে না।

৯) অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে?

[কু. বো. '১৭]

উ: যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না অর্থাৎ সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয় না তাকে অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে।

জ্ঞানমূলক

১০) তাপীয় সমতা কাকে বলে?

[ব. বো. '১৫]

উ: ভিন্ন তাপমাত্রার দুটি বস্তু পরস্পর তাপীয় সংস্পর্শে আসার পর যখন সম তাপমাত্রায় উপনীত হয় তখন এ অবস্থাকে তাপীয় সমতা বা সাম্যাবস্থা বলে।

১১) পানির ত্রৈধ বিন্দু কাকে বলে?

[ঢা. বো. ১৯]

উ: 4.58 mm পারদ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্প একই তাপীয় সাম্যে থাকে তাকে পানির ত্রৈধ বিন্দু বলে।

১২) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া কাকে বলে?

[কু. বো. ১৯]

উ: যে পরিবর্তনে গ্যাসের তাপমাত্রা সর্বদা ধ্রুব থাকে তাকে সমোষ্ণ পরিবর্তন বলে। স্থির তাপমাত্রায় যদি কোনো গ্যাসকে প্রসারিত অথবা সঙ্কুচিত করা হয় তবে সেই পরিবর্তনকে সমোষ্ণ প্রসারণ বা সমোষ্ণ সংকোচন বলে এবং যে প্রক্রিয়ায় এ পরিবর্তন ঘটে তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

১৩) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র বিবৃত কর।

[য. বো. ১৯]

উ: দুটি বস্তু যদি তৃতীয় কোনো বস্তু (তাপমান যন্ত্র) এর সাথে পৃথকভাবে তাপীয় সাম্যে থাকে তবে প্রথমোক্ত বস্তু দুটি পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যে থাকবে।

১৪) থার্মোমিটার কাকে বলে?

[রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

উ: যে যন্ত্রের সাহায্যে কোনো বস্তুর তাপমাত্রা সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায় এবং বিভিন্ন বস্তুর তাপমাত্রার পার্থক্য নির্ণয় করা যায় তাকে থার্মোমিটার বলে।

১৫) রেফ্রিজারেটর কাকে বলে?

উ: যে যন্ত্র যান্ত্রিক কাজ সম্পন্ন করে নিম্ন তাপমাত্রার উৎস হতে তাপ অপসারণ করে উচ্চ তাপমাত্রার আধারে বর্জন করে তাকে রেফ্রিজারেটর বলে।

১৬) কার্যকৃত সহগ কাকে বলে?

উ: রেফ্রিজারেটর হতে অপসারিত তাপ ও কম্প্রেসর কর্তৃক সরবরাহকৃত যান্ত্রিক কাজের অনুপাতকে কার্যকৃত সহগ বলে।

১৭) ইঞ্জিনের দক্ষতা কাকে বলে?

উ: ইঞ্জিন একটি চক্রে যে পরিমাণ তাপকে কাজে পরিণত করে এবং তাপ উৎস হতে যে পরিমাণ তাপ শোষণ করে এদের অনুপাতকে ইঞ্জিনের দক্ষতা বলে।

১৮) এনট্রপি কাকে বলে?

উ: রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বস্তুর যে তাপীয় ধর্ম স্থির থাকে, তাকে এনট্রপি বলে।

জ্ঞানমূলক

১৯) তাপমাত্রা কী?

উ: তাপমাত্রা হচ্ছে কোনো বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা অন্য কোনো বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে আনলে ঐ তাপ গ্রহণ করবে, বা তাপ বর্জন করবে তা নির্ধারণ করে।

২০) হিমায়ক কাকে বলে?

উ: নিম্ন স্ফুটনাঙ্কের কোনো তরল পরিপার্শ্ব হতে লীনতাপ বা সুগুতাপ গ্রহণ করে পরিপার্শ্বকে শীতল করে তাকে হিমায়ক বলে।

২১) নিম্ন স্থির বিন্দু কাকে বলে?

উ: যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ পানির সাথে সাম্যাবস্থায় থাকতে পারে অর্থাৎ প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলতে শুরু করে তাকে নিম্ন স্থিরবিন্দু বা বরফ বিন্দু বা গলনাঙ্ক বলে।

২২) ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু কাকে বলে?

উ: যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানি জলীয় বাষ্পের সাথে সাম্যাবস্থায় থাকতে পারে বা প্রমাণ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানি জলীয় বাষ্পে পরিণত হতে শুরু করে তাকে ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু বা স্টিম বিন্দু বা স্ফুটনাঙ্ক বলে।

২৩) অভ্যন্তরীণ শক্তি কী?

উ: প্রত্যেক সংস্থার মধ্যে এমন একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি সুগুত অবস্থায় বর্তমান থাকে যার ফলে সংস্থাটি পরিবেশ ও পরিস্থিতি অনুযায়ী বিভিন্ন প্রকার শক্তি উৎপন্ন করতে সক্ষম হয়। সংস্থার এই শক্তিকে অভ্যন্তরীণ বা অন্তর্নিহিত শক্তি বলে।

২৪) তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক কাকে বলে?

উ: একক তাপ উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় বা একক তাপ দ্বারা যে পরিমাণ কাজ করা যায় তাকে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক (সমতা) বলে।

২৫) ধ্রুব আয়তন প্রক্রিয়া কাকে বলে?

উ: যে প্রক্রিয়ায় কোনো সিস্টেমের আয়তন ধ্রুব রেখে তাপশক্তির বা গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ঘটানো হয় তাকে ধ্রুব আয়তন প্রক্রিয়া বলে।

২৬) মোলার আপেক্ষিক তাপ বা মোলার তাপধারণ ক্ষমতা কাকে বলে?

উ: এক মোল গ্যাসের তাপমাত্রা এক কেলভিন (1 K) বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপকে ঐ গ্যাসের মোলার তাপধারণ ক্ষমতা বা মোলার আপেক্ষিক তাপ বলে।

২৭) স্থির চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে?

উ: স্থির চাপে 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে স্থির চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ বলে।

তাপগতিবিদ্যা

জ্ঞানমূলক

২৮) স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে?

উ: স্থির আয়তনে 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ বলে।

২৯) কার্নো চক্র কাকে বলে?

উ: যে চক্রে কোনো একটি আদর্শ গ্যাস কার্যকরী পদার্থ হিসেবে একটি নির্দিষ্ট আয়তন, চাপ ও তাপমাত্রা হতে আরম্ভ করে একটি সমোষ্ণ প্রসারণ ও একটি রুদ্ধতাপ প্রসারণ ফিরে আসে, তাকে কার্নো চক্র বলে।

৩০) তাপীয় ইঞ্জিন কাকে বলে?

উ: যে যন্ত্র তাপশক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে, তাকে তাপীয় ইঞ্জিন বলে।

৩১) হিমায়ন কাকে বলে?

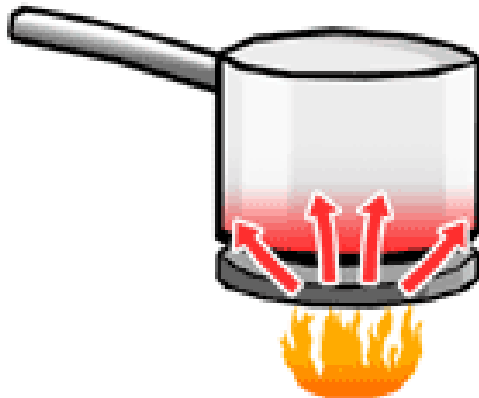
উ: কৃত্রিম উপায়ে কোনো আবদ্ধ স্থানকে পারিপার্শ্বিক অবস্থা হতে নিম্ন তাপমাত্রায় রাখার পদ্ধতিকে হিমায়ন বলে।

৩২) উষ্ণতামিতি পদার্থ কী?

উ: যেসব পদার্থের উষ্ণতামিতি ধর্ম ব্যবহার করে থার্মোমিটার তৈরি করা হয় তাদের উষ্ণতামিতি পদার্থ বলে। যেমন—পারদ।

৩৩) উষ্ণতামিতি ধর্ম কী?

উ: উষ্ণতার পরিবর্তনে পদার্থের যে বিশেষ বিশেষ ধর্ম সুস্পষ্টভাবে পরিবর্তিত হয় এবং যে ধর্মের পরিবর্তন লক্ষ্য করে সহজ, সঠিক ও সুস্পষ্টভাবে উষ্ণতা নির্ণয় করা যায় তাকে উষ্ণতামিতি ধর্ম বলে। যেমন—পারদস্তম্ভের উচ্চতা।



তাপগতিবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

১) C_p অপেক্ষা C_v ছোট কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৯]

উ: স্থির আয়তনে কোনো গ্যাসে তাপ প্রয়োগ করা হলে গ্যাসের তাপমাত্রা ও চাপ বৃদ্ধি পায়। আবার, চাপ স্থির রেখে যদি কোনো গ্যাসকে সমপরিমাণ তাপ প্রয়োগ করা হয়, তাহলে ঐ তাপ এক্ষেত্রেও গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করবে এবং বহিঃস্থ কাজ সম্পন্ন করবে। এ কাজ সম্পাদন করতে কিছু তাপ ব্যয় হবে ফলে গ্যাসের তাপমাত্রা পূর্বের সমপরিমাণ বৃদ্ধি পাবে না। অর্থাৎ 1 mole গ্যাসকে 1 K তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে স্থির আয়তনের বেলায় যে তাপ লাগবে, স্থির চাপের বেলায় তার চেয়ে বেশি তাপ লাগবে।

$\therefore C_p = C_v + x$, এখানে x হলো আয়তন বৃদ্ধির জন্য গ্যাসকে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় তার সমতুল্য তাপ।

$\therefore C_p > C_v$

অর্থাৎ C_p অপেক্ষা C_v ছোট।

২) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৭]

উ: তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি হলো- দুটি বস্তু যদি তৃতীয় কোনো বস্তু (তাপমান যন্ত্র) এর সাথে পৃথকভাবে তাপীয় সাম্যে থাকে তবে প্রথমোক্ত বস্তু দুটি পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যে থাকবে।

ব্যাখ্যা: A ও B ভিন্ন তাপমাত্রার দুটি বস্তু একটি কুপরিবাহী দেওয়াল দিয়ে পৃথক করা অবস্থায় তৃতীয় একটি বস্তু এর সংস্পর্শে রাখা হলো কিছুক্ষণ পর A ও B উভয় বস্তুই তৃতীয় বস্তু C এর সাথে তাপীয় সাম্যে পৌছায়।

৩) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া একটি সমএনট্রপি প্রক্রিয়া- ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, এনট্রপির পরিবর্তন, $dS = \frac{dQ}{T}$

রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dQ = 0$

$\therefore dS = \frac{0}{T} = 0$ অর্থাৎ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য।

এনট্রপি হচ্ছে বিশৃঙ্খলার পরিমাপ। তাপ গ্রহণে এই বিশৃঙ্খলা বৃদ্ধি পায়, তাপ বর্জনে বিশৃঙ্খলা হ্রাস পায়। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় যেহেতু সিস্টেমে তাপের আদান-প্রদান হয় না তাই সিস্টেমের বিশৃঙ্খলারও কোনো পরিবর্তন হয় না তথা এনট্রপির পরিবর্তন হয় না। অর্থাৎ, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া একটি সমএনট্রপি প্রক্রিয়া।

৪) কোনো সিস্টেমের বিশৃঙ্খলার সূচক পরিমাপকের রাশি এনট্রপি- ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '১৬]

উ: রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বস্তুর যে তাপীয় ধর্ম স্থির থাকে তাকে এনট্রপি বলে। আবার কোনো সিস্টেমের বিশৃঙ্খলার সূচক পরিমাপকেও এনট্রপি বলে। যেমন, প্রকৃতিতে বেঁচে থাকার জন্য যতটুকু অক্সিজেন দরকার তার তুলনায় কম বা বেশি থাকলে আমাদের শ্বাস-প্রশ্বাস নিতে কষ্ট হবে। এক্ষেত্রে যে বিশৃঙ্খলা বৃদ্ধি পাবে সেটিই এনট্রপির মাধ্যমে হিসাব করা হয়।

তাপগতিবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

৫) একই পরিমাণ তাপ দুটি ভিন্ন বস্তুতে সরবরাহ করা হলেও তাপমাত্রার পরিমাণ ভিন্ন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. '১৬]

উ: আমরা জানি, তাপমাত্রা বৃদ্ধি = $\frac{\text{গৃহীত তাপ}}{\text{ভর} \times \text{আপেক্ষিক তাপ}}$ অর্থাৎ কোনো বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণ নির্ভর করে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক তাপের উপর। সমপরিমাণ তাপ দুটি ভিন্ন বস্তুতে সরবরাহ করা হলে যে বস্তুর আপেক্ষিক তাপ বেশি তার তাপমাত্রা কম বৃদ্ধি পাবে আবার যার আপেক্ষিক তাপ কম তার তাপমাত্রা বেশি বৃদ্ধি পাবে। এজন্য একই পরিমাণ তাপ দুটি ভিন্ন বস্তুতে সরবরাহ করা হলে তাপমাত্রার পরিমাণ ভিন্ন হয়।

৬) ক্লিনিক্যাল থার্মোমিটারের 0°F থেকে দাগ কাটা থাকে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৭]

উ: ক্লিনিক্যাল থার্মোমিটার মানবদেহের তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়। মানবদেহের তাপমাত্রা 95°F হতে 110°F এর মধ্যে থাকে বলে এতে 95°F হতে 110°F পর্যন্ত দাগ কাটা থাকে। আবার, সুস্থ ব্যক্তির শরীরের তাপমাত্রা সাধারণত 98.4°F হয়। এ সব কারণে ক্লিনিক্যাল থার্মোমিটারে 0°F থেকে দাগ কাটা থাকে না।

৭) তাপ ইঞ্জিন ও রেফ্রিজারেটর-এর কার্য পদ্ধতির মূল পার্থক্য ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৬]

উ: তাপ ইঞ্জিন ও রেফ্রিজারেটরের কার্যপদ্ধতির মূল পার্থক্য হলো তাপ ইঞ্জিনে উচ্চ তাপমাত্রার উৎস হতে নিম্ন তাপমাত্রার সিংকের দিকে তাপ প্রবাহিত হয় অন্যদিকে রেফ্রিজারেটরে নিম্ন তাপমাত্রার সিংক থেকে তাপ উচ্চ তাপমাত্রার উৎসের দিকে প্রবাহিত হয়। এতে তাপ ইঞ্জিনে সিস্টেম দ্বারা কাজ সম্পাদিত হয় অপরদিকে রেফ্রিজারেটরে সিস্টেমের উপর কাজ সম্পাদিত হয়।

৮) রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কেন?

[সি. বো. '১৫]

উ: রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে গ্যাস সংকুচিত হয়। এ সংকোচনের সময় বাইরে থেকে শক্তি সরবরাহ করে সিস্টেমের উপর কাজ সম্পাদিত হয় বলে সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি পায়, ফলে সিস্টেমের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এ সংকোচনে অন্তঃস্থ শক্তি, $dW = -dU$, কারণ $dQ = 0$ ।

৯) রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে সিস্টেম শীতল হয়- ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৯]

উ: রুদ্ধতাপীয় কোন সিস্টেমকে দ্রুত প্রসারিত করলে সিস্টেম তার অভ্যন্তরীণ শক্তির বিনিময়ে নিজেই কিছু কাজ করে। ফলে সিস্টেমের তাপমাত্রা হ্রাস পায় অর্থাৎ সিস্টেম শীতল হয়।

১০) P-V লেখচিত্রে রুদ্ধতাপীয় রেখাকে সম-এন্ট্রপি রেখা বলা হয় কেন?

[রা. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপি স্থির থাকে। তাই P-V লেখচিত্রে রুদ্ধতাপীয় রেখার সর্বত্র এন্ট্রপি সমান থাকে। একারণে P-V লেখচিত্রে রুদ্ধতাপীয় রেখাকে সম-এন্ট্রপিক রেখা বলা হয়।

তাপগতিবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

১১) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পায় কেন?

[ডা. বো. '১৬]

উ: যে প্রক্রিয়ায় সিস্টেম থেকে তাপ বাইরে যায় না বা বাইরে থেকে কোনো তাপ সিস্টেমে আসে না তাকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে। এ প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসকে হঠাৎ সংকুচিত করলে কিছু পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয়। যদি এ তাপ অপসারণ করা না হয় তবে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। আবার কোনো গ্যাসকে হঠাৎ প্রসারিত হতে দিলে গ্যাসটি কিছু পরিমাণ তাপ হারায়। সেক্ষেত্রে বাইরে থেকে তাপ সরবরাহ হতে না দিলে গ্যাসের তাপমাত্রা হ্রাস পায়। অর্থাৎ এক্ষেত্রে গ্যাস তাপ গ্রহণ বা বর্জন না করলে তাপমাত্রা হ্রাস বৃদ্ধির কারণে গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় তাপের আদান প্রদান ঘটে না বলে গ্যাসের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পায়।

১২) রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায় কেন?

[রা. বো. '১৭]

উ: রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেম হতে তাপ বাইরে যায় না বা বাইরে থেকে সিস্টেমের ভেতরে তাপ আসতে পারে না। অর্থাৎ পারিপার্শ্বিক পরিবেশের সাথে তাপের আদান-প্রদান হয় না। আবার রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের ক্ষেত্রে বাইরে থেকে শক্তি সরবরাহ করে সিস্টেমের উপর কাজ সম্পন্ন করা হয়। এজন্য রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায়।

১৩) গ্যাসের ক্ষেত্রে দুটি আপেক্ষিক তাপ থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৫]

উ: তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য কঠিন ও তরল পদার্থের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন ঘটে। কিন্তু এ পরিবর্তন নগণ্য হওয়ায় তা উপেক্ষা করা হয়। গ্যাসের ক্ষেত্রে তাপমাত্রার পরিবর্তনের জন্য চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন অনেক বেশি হওয়ায় এদের মধ্যে কখনও আয়তনকে আবার কখনও চাপকে স্থির রাখা হয়। এ জন্যই গ্যাসের ক্ষেত্রে দুটি আপেক্ষিক তাপ থাকে।

১৪) ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা ও রেফ্রিজারেটরের কার্যসম্পাদক গুণাঙ্কের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ কর।

[সকল. বোর্ড. '১৮]

উ: ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা,

$$\eta = \frac{\text{ইঞ্জিন দ্বারা কাজে রূপান্তরিত তাপশক্তি}}{\text{ইঞ্জিন দ্বারা শোষিত তাপশক্তি}}$$

$$\text{বা, } \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\text{রেফ্রিজারেটরের কার্য সম্পাদন গুণাঙ্ক, } Q = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

উপরোক্ত দুটি সমীকরণ থেকে এটি স্পষ্ট যে ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 1 এর চেয়ে ছোট যেখানে রেফ্রিজারেটরের কার্য সম্পাদন গুণাঙ্ক 1 এর চেয়ে বড়।

১৫) বডি স্প্রে ব্যবহারের সময় ঠাণ্ডা অনুভূত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৯]

উ: বডি স্প্রে ব্যবহারের সময় ঠাণ্ডা অনুভূত হয় কারণ যখন প্রে করা হয় তখন বডি স্প্রে-এর রাসায়নিক পদার্থগুলো তরল থাকে কিন্তু শরীরের সংস্পর্শে এসে শরীর থেকে তাপ গ্রহণ করে তরল রাসায়নিক পদার্থগুলো গ্যাসে পরিণত হয় তাই বডি স্প্রে ব্যবহারের সময় ঠাণ্ডা অনুভূত হয়।

অনুধাবনমূলক

১৬) কার্নো ইঞ্জিনকে প্রত্যাগামী ইঞ্জিন বলা হয় কেন?

[কু. বো. '১৯]

উ: কোনো চক্র প্রত্যাগামী হতে গেলে যেসব বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন কার্নোর আদর্শ ইঞ্জিনে সেগুলো রয়েছে। যেমন-

১. পিস্টন ও চোঙ বা সিলিন্ডারের মধ্যে কোনো ঘর্ষণ নেই।
২. কার্যকরী পদার্থ (গ্যাস)-এর উপর প্রযুক্ত প্রক্রিয়াগুলো খুব ধীরে ধীরে সংঘটিত হয়।
৩. পিস্টন ও সিলিন্ডার নির্মাণে আদর্শ তাপ নিরোধক বা অন্তরক ও আদর্শ তাপ পরিবাহী ব্যবহার করা হয় এবং তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের উপাদান এমন অতি উচ্চ তাপ গ্রাহীতা যুক্ত করা হয় যে সমোষ্ণ প্রক্রিয়াগুলো স্থির তাপমাত্রায় সংঘটিত হয়।

১৭) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় $dW = dQ$ কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৯]

উ: তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র অনুসারে, $dQ = dU + dW$ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা স্থির থাকে বলে $dU = nC_v dT$ সম্পর্ক অনুসারে $dU = 0$ অর্থাৎ সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তির কোন পরিবর্তন হয় না। ফলে সম্পর্কটি দাঁড়ায় $dQ = dW$ ।

১৮) পৃথিবীর এনট্রপি দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে- ব্যাখ্যা কর।

উ: আমরা জানি, অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। বিশ্বজগতের অধিকাংশ প্রক্রিয়াই অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া। সুতরাং বিশ্বজগতের এনট্রপি ক্রমাগত বৃদ্ধি পাচ্ছে। এভাবে এনট্রপি বৃদ্ধি পেতে পেতে যখন সর্বোচ্চ মানে পৌঁছাবে তখন বিশ্বের সকল ব্যবস্থা তাপীয় সাম্যাবস্থায় উপনীত হবে। তাপীয় সাম্যাবস্থায় পৌঁছলে তাপশক্তিকে ফলপ্রসূ কাজে পরিণত করা সম্ভব হবে না। ফলে কার্যকরী শক্তির দুস্প্রাপ্যতা সৃষ্টি হবে। এমনভাবে চলতে থাকলে পৃথিবী এমন একটি ভয়াবহ অবস্থায় পৌঁছাবে যে তাপ শক্তি সরবরাহে অক্ষম হয়ে পড়বে।

১৯) তাপের পরিবহন অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কেন? ব্যাখ্যা কর।

উ: তাপ সর্বদা উচ্চ তাপমাত্রার বস্তু থেকে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তুতে সঞ্চারিত হয়। কিন্তু নিম্ন তাপমাত্রার বস্তু থেকে তাপ উচ্চ তাপমাত্রার বস্তুতে কখনও সঞ্চারিত হয় না। এজন্য তাপের পরিবহন অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া।

২০) একটি প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার এনট্রপি কেন ধ্রুবক থাকে?/এনট্রপি স্থির থাকে নাকি বৃদ্ধি পায়?

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

উ: মনে করি, একটি প্রত্যাবর্তী কার্নো ইঞ্জিন T_1 তাপমাত্রায় তাপ উৎস হতে Q_1 পরিমাণ তাপ গ্রহণ করল এবং T_2 তাপমাত্রায় তাপ গ্রাহকে Q_2 পরিমাণ তাপ বর্জন করল।

তাহলে এনট্রপির মোট পরিবর্তন, $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \frac{Q_1}{T_1} + \frac{-Q_2}{T_2} = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2}$

কিন্তু প্রত্যাবর্তী কার্নো ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$

∴ সিস্টেমের এনট্রপির নেট পরিবর্তন, $\Delta S = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0$

অর্থাৎ প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায় সিস্টেম আদি অবস্থায় ফিরে আসে বলে এক্ষেত্রে এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য হয় এবং এনট্রপি স্থির থাকে।

অনুধাবনমূলক

২১) জগতের তাপীয় মৃত্যু বলতে কি বুঝ ?

উ: জগতে এন্ট্রপি যখন সর্বোচ্চে পৌঁছাবে তখন সব কিছুই তাপমাত্রা এক হয়ে যাবে। ফলে তাপশক্তিকে আর যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা যাবে না। এই অবস্থাকে বিজ্ঞানী লর্ড কেলভিন জগতের তাপীয় মৃত্যু নামে অভিহিত করেছেন।

২২) ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনোই 100% হতে পারে না-ব্যাখ্যা কর। [সি.বো.-১৭]

উ: ইঞ্জিনে একটি তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহক থাকে। তাপ উৎসের তাপমাত্রা T_1 এবং তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, অপেক্ষা বেশি হলেই কেবল তাপের স্থানান্তর সম্ভব হয়। দক্ষতার সূত্র হলো, $(T_1 - T_2) \times 100\%$ । যেহেতু সমীকরণে $T_1 > T_1 - T_2$, সেহেতু ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনো 100 % হতে পারে না।

২৩) সিস্টেম বা ব্যবস্থা কী?

উ: পরীক্ষা-নিরীক্ষার সময় জড় জগতের যে নির্দিষ্ট অংশ বিবেচনা করা হয় তাকে সিস্টেম বলে। সিস্টেম তিন প্রকার, যথা—

(ক) বদ্ধ সিস্টেম (খ) উন্মুক্ত সিস্টেম (গ) বিচ্ছিন্ন সিস্টেম।

উদাহরণ : পিস্টনযুক্ত সিলিন্ডারে আবদ্ধ কিছু গ্যাস।

২৪) পেট্রোল ইঞ্জিন গ্রীষ্মকালের তুলনায় শীতকালে কিছুটা বেশি কার্যকর - কার্ণো ইঞ্জিনের নীতির আলোকে ব্যাখ্যা কর। [আবদুল কাদির মোল্লা সিটি কলেজ, নরসিংদী]

উ: আমরা জানি, কার্ণো ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে, T_2 যত কম হবে ইঞ্জিনের দক্ষতা তত বৃদ্ধি পাবে। শীতকালে পরিবেশ তথা তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা গ্রীষ্মকাল অপেক্ষা হ্রাস পায় তাই উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে ইঞ্জিনের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়। অতএব, কার্ণো ইঞ্জিনের নীতি অনুসারে এটি স্পষ্ট, পেট্রোল ইঞ্জিন গ্রীষ্মকালের তুলনায় শীতকালে কিছুটা বেশি কার্যকর।

২৫) এক গ্লাস পানিতে এক টুকরা বরফ রাখা হলে তা স্বতস্ফূর্তভাবে পানিতে পরিণত হয় কেন ব্যাখ্যা কর। [সরকারি পাইওনিয়ার মহিলা কলেজ, সিলেট]

উ: তাপগতিবিদ্যার ২য় সূত্র হতে আমরা জানি, এমন কোনো সিস্টেম পাওয়া সম্ভব নয়, যা স্বতস্ফূর্তভাবে নিম্ন উষ্ণতার বস্তু হতে উচ্চতর উষ্ণতার বস্তুতে তাপ সঞ্চালিত করে অর্থাৎ সর্বদা উচ্চতর উষ্ণতার বস্তু হতে নিম্নতর উষ্ণতার বস্তুতে সঞ্চালিত হয়। তাই এক গ্লাস পানিতে এক টুকরা বরফ রাখলে তা স্বতস্ফূর্তভাবে পানিতে পরিণত হয়।

তাপগতিবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

২৬) একই তাপমাত্রায় দুটি সিস্টেমের এন্ট্রপি কীভাবে ভিন্ন হতে পারে তা ব্যাখ্যা কর।

[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

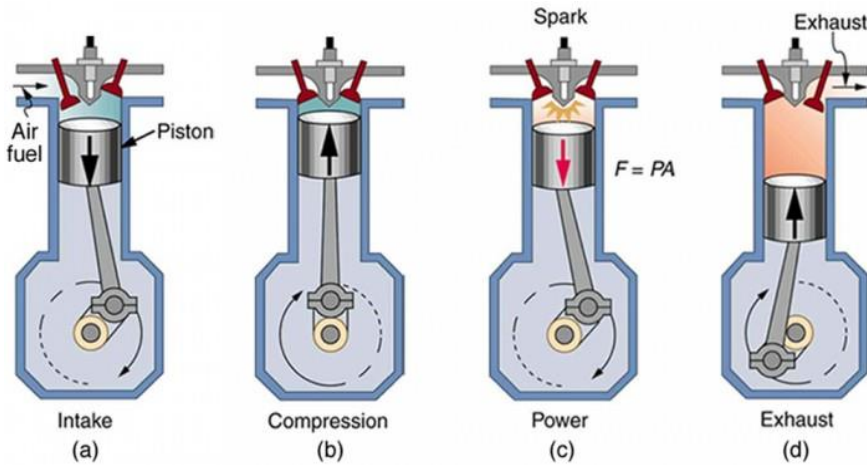
উ: আমরা জানি, এন্ট্রপি, $dS = \frac{dQ}{T}$ । উপরোক্ত সম্পর্ক থেকে দেখা যায়, তাপমাত্রা এক হলেও যদি গৃহিত বা বর্জিত তাপ ভিন্ন হয় তবে এন্ট্রপির পরিবর্তন ভিন্ন হবে। অতএব, একই তাপমাত্রার দুটি সিস্টেমে তাপের পরিবর্তন ভিন্ন হওয়ার কারণে তাদের এন্ট্রপি ভিন্ন হতে পারে।

২৭) টায়ার ফাটলে ঠান্ডা বাতাস বের হয় কেন? [নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ, নোয়াখালী]

উ: টায়ার ফাটলে হঠাৎ চাপ হ্রাস পায় তাই এর অভ্যন্তরীণ গ্যাসের খুব দ্রুত সম্প্রসারণ ঘটে। এ কারণে উক্ত গ্যাস পরিবেশের সাথে তাপের আদান প্রদান করার জন্য যথেষ্ট সময় পায় না। তাই এ প্রক্রিয়াটি হলো রুদ্ধতাপীয়। হঠাৎ আয়তন অনেক বেড়ে গেলে আয়তন সম্প্রসারণজনিত কাজ সম্পন্ন হয়। এজন্য যে শক্তির প্রয়োজন হয় তা গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি হতে শোষিত হয়। এ কারণে টায়ার ফাটলে ঠান্ডা বাতাস বের হয়।

নিজে কর

- ১) বদ্ধ ঘরে রেফ্রিজারেটরের দরজা খুলে রাখলে ঘরের তাপমাত্রার কী পরিবর্তন ঘটবে- ব্যাখ্যা কর।
- ২) বিশৃঙ্খলা প্রকৃতির একটি ধর্ম, এতে এন্ট্রপি বাড়ে- ব্যাখ্যা কর।
- ৩) তাপের আদান প্রদান না হলেও তাপমাত্রার পরিবর্তন হতে পারে- ব্যাখ্যা কর।
- ৪) তাপগতিবিদ্যার ১ম ও ২য় সূত্রের গুণগত পার্থক্য কী?
- ৫) রোধের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় এটি প্রত্যাগামী না অপ্রত্যাগামী, কেন?
- ৬) কার্নো চক্র একটি প্রত্যাগামী চক্র ব্যাখ্যা কর।
- ৭) দেখাও যে, অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।



তাপগতিবিদ্যা

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

- তাপীয় সমতা
- তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র, প্রথম, দ্বিতীয় সূত্র পানির ত্রৈধ বিন্দু
- রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া
- তাপীয় সিস্টেম
- অন্তঃস্থ শক্তি
- প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া, অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া
- কার্নো ইঞ্জিন, কার্নো চক্র
- ইঞ্জিনের দক্ষতা
- এনট্রপি
- তাপীয় মৃত্যু
- শূন্যতম সূত্রটি ব্যাখ্যা কর
- একই পরিমাণ তাপ দুটি ভিন্ন বস্তুতে সরবরাহ করা হলেও তাপমাত্রার পরিবর্তন ভিন্ন হবে
- $C_p > C_v$ কেন?
- তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি শক্তির নিত্যতার একটি বিশেষ রূপ
- গ্যাসের দুটি আপেক্ষিক তাপ থাকে কেন
- কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনো 100% হতে পারে না
- জগতের তাপীয় মৃত্যু
- তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা কমলে দক্ষতা বাড়ে
- রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে অভ্যন্তরীণ শক্তি বাড়ে
- প্রত্যাগামী এবং অপ্রত্যাগামীর পার্থক্য

তাপগতিবিদ্যা

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি নির্ভর করে তাপমাত্রার ওপর।
- উন্মুক্ত সিস্টেম পরিবেশের সাথে ভর ও শক্তি উভয়ই বিনিময় করে।
- তাপগতীয় বিচ্ছিন্ন সিস্টেমে ভর ও শক্তি কিছুই বিনিময় করতে পারে না।
- একটি গাড়ি চলতে থাকলে তার টায়ারের ভেতর রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া চলে।
- এন্ট্রপি বিশৃঙ্খলা নামক ভৌত ধর্মের পরিমাণ প্রদান করে।
- হিটারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তাপ উৎপন্ন হয়। ইহা একটি অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া।
- বন্ধ সিস্টেমে পরিবেশের সাথে শুধু শক্তি বিনিময় করে।
- প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এন্ট্রপি স্থির থাকে।
- স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিংকে সংকুচিত ও প্রসারিত করা একটি প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া।
- তাপমাত্রা পরিমাপে উপযোগী পদার্থের ধর্মসমূহকে বলা হয় উষ্ণতামিতিক ধর্ম।
- তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র শক্তির নিত্যতার সূত্র নির্দেশ করে।
- 1 cal তাপকে কাজে রূপান্তরিত করতে 4.2 J কাজ করতে হয়।
- সকল প্রত্যাগামী প্রক্রিয়াই একমুখী।
- অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের অণু-পরমাণুগুলোর এলোমেলো গতি বৃদ্ধি পায়।
- তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রকে ভিত্তি করে থার্মোমিটার তৈরি করা হয়।
- এন্ট্রপি সংরক্ষণশীলতার সূত্র মেনে চলে না।
- সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার শর্ত হলো-
 - (ক) গ্যাসের সংনমন ও প্রসারণ খুব ধীরে ধীরে সংঘটিত হবে
 - (খ) পাত্রের চারপাশের মাধ্যমের তাপধারণ ক্ষমতা বেশি হতে হবে।
- রেফ্রিজারেটরের জন্য প্রযোজ্য- নিম্ন তাপমাত্রার উৎস থেকে তাপ গ্রহণ করে উচ্চ তাপমাত্রার উৎসে তাপ বর্জন করে।
- ইঞ্জিনের দক্ষতা অর্ধেক করতে হলে উচ্চ তাপমাত্রা হ্রাস করতে হবে এবং নিম্ন তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে।
- গ্যাসীয় অবস্থার এনট্রপি কঠিন ও তরলের চেয়ে বেশি।

তাপগতিবিদ্যা

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া সংঘটনের জন্য শর্ত হলো-
 - (ক) গ্যাসের পাত্র কুপরিবাহী হতে হবে।
 - (খ) চারপাশের মাধ্যমের তাপধারণ ক্ষমতা কম হতে হবে।
 - (গ) $\Delta Q = 0$.
 - (ঘ) চাপের পরিবর্তন খুব দ্রুত সংঘটিত হতে হবে।
- তাপ এক প্রকার শক্তি যা কোনো বস্তুর উপর প্রয়োগ করলে-
 - (১) বস্তুর উষ্ণতা বৃদ্ধি পায়।
 - (২) বস্তুর আয়তন বৃদ্ধি পায়।
 - (৩) অণুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়।
- প্লাজমা অবস্থায় এন্ট্রপি সবচেয়ে কম থাকে।
- যদি কোনো তাপ ইঞ্জিন থেকে তাপ বর্জিত না হয়, তবে ইঞ্জিনের ক্ষমতা 100% হবে।
- সমচাপীয় প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে $dW = P(V_2 - V_1)$ ।
- তাপগতিবিদ্যার আলোকে $\Delta u = -W$, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।
- তাপগতীয় পরিবর্তন সাধারণত চার প্রকার।
- বায়ুর মধ্য দিয়ে শব্দ সঞ্চালন একটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া।
- অভ্যন্তরীণ শক্তি নির্ভর করে আয়তন, চাপ এবং তাপমাত্রার উপর। এই শক্তির পরিমাণ তাপীয় শক্তি + আণবিক স্থিতিশক্তি।
- গ্যাসে দুইটি আপেক্ষিক তাপ থাকে C_p এবং C_v । n মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_p = \frac{\Delta Q}{n\Delta T}$ এবং $C_v = \frac{\Delta Q}{n\Delta T}$
- এক-পরিমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_v = \frac{3R}{2}$ । C_p এবং C_v এর পার্থক্য $C_p - C_v = R$ ।
- ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপাদন একটি অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া। আবার চায়ের কাপে চিনি মেশানো একটি অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া।
- তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রকে কাজে লাগিয়ে তাপীয় ইঞ্জিন ও রেফ্রিজারেটর তৈরি করা হয়।
- অন্তস্থ শক্তির পরিবর্তন = স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ \times পরম তাপমাত্রা।
- একটি কার্নো চক্রে মোট এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য।

স্থির তড়িৎ

জ্ঞানমূলক

১) তড়িৎ দ্বিমেরু কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৯, ১৬; রা. বো. '১৯, ১৬; য. বো. '১৯, ১৭; কু. বো. '১৯, ১৬; ব. বো. '১৯, ১৫]

উ: এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অল্প দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে।

২) তড়িৎ আবেশ কাকে বলে?

[চ. বো. '১৯]

উ: চার্জিত বস্তুর উপস্থিতিতে অচার্জিত পরিবাহী ক্ষণস্থায়ীভাবে চার্জিত হওয়াকে তড়িৎ আবেশ বলে।

৩) আধানের কোয়ান্টায়ন কী?

[রা. বো. '১৭, ১৫; সি. বো. '১৯]

উ: পরমাণুর তথা যেকোনো বস্তুর ন্যূনতম চার্জ ইলেকট্রনের চার্জের পূর্ণসংখ্যার গুণিতক হিসেবে চার্জিত হবে এবং চার্জের মান কখনো ভগ্নাংশ হবে না। এটিই চার্জের বা আধানের কোয়ান্টায়ন।

৪) ধারকত্বের সংজ্ঞা দাও।

[রা. বো. '১৭; দি. বো. '১৯, ১৭]

উ: কোনো পরিবাহীর বিভব একক পরিমাণ বাড়তে যে পরিমাণ চার্জের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ পরিবাহীর তড়িৎ ধারকত্ব বলে।

৫) এক ইলেকট্রন ভোল্ট কাকে বলে?

[ঢা. বো., সি. বো., দি. বো. '১৮; চ. বো. '১৭]

উ: তড়িৎ ক্ষেত্রের বা তড়িৎ বর্তনীর যেকোনো দুটি বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য 1 V হলে এদের একটি হতে অপরটিতে একটি ইলেকট্রন স্থানান্তরে যে কাজ করতে হয় তাকে এক ইলেকট্রন ভোল্ট বলে।

৬) দ্বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে?

[কু. বো. '১৭]

উ: কোনো একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর যেকোনো একটি চার্জের পরিমাণ এবং চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে দ্বিমেরু ভ্রামক বলে।

৭) 1 ফ্যারাড কাকে বলে?

[চ. বো. '১৯]

উ: কোনো পরিবাহীর বিভব এক ভোল্ট (1 V) বৃদ্ধি করতে যদি এক কুলম্ব চার্জের প্রয়োজন হয় তাহলে ঐ পরিবাহীর ধারকত্বকে এক ফ্যারাড (1 F) বলে।

৮) গাউসের সূত্র বিবৃত কর।

[ঢা. বো. '১৭; রা. বো. '১৬; দি. বো. '১৫]

উ: কোনো বদ্ধতলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত মোট তড়িৎ ফ্লাক্স ওই তলের অভ্যন্তরে অবস্থিত মোট তড়িৎ আধানের $\frac{1}{\epsilon_0}$ গুণ।

৯) বিন্দু চার্জ কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৬]

উ: আহিত বা চার্জিত বস্তুর আকার যখন খুবই ক্ষুদ্র হয় তখন ঐ চার্জিত বস্তুর চার্জকে বিন্দু চার্জ বলে।

জ্ঞানমূলক

১০) গাউসীয় তল কাকে বলে?

[চ. বো. '১৫]

উ: সুসমভাবে চার্জিত একটি গোলকের গোলকীয় তলের প্রত্যেক বিন্দুতে যদি তড়িৎপ্রাবল্য মানে সমান এবং লম্ব অভিমুখে ক্রিয়াশীল থাকে তবে এ প্রকারের গোলকীয় তলকে গাউসীয় তল বলে।

১১) তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ কী?

[সি. বো. '১৫]

উ: যেকোনো দুটি চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বে শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল বল এবং ঐ দুই চার্জের মধ্যে ঐ একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা, এ ধ্রুব সংখ্যাই মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ।

১২) পোলার ডাই ইলেকট্রিক পদার্থ কাকে বলে?

[সি. বো. '১৯]

উ: সকল ডাই ইলেকট্রিক পদার্থের কোনো অণুর ঋনাত্মক আধানের কেন্দ্র ধনাত্মক আধানের কেন্দ্রের সাথে সমাপতিত হয় না সেই সকল ডাই ইলেকট্রিক পদার্থকে পোলার ডাই ইলেকট্রিক পদার্থ বলে।

১৩) তড়িচ্চালক শক্তির সংজ্ঞা দাও।

উ: একক চার্জকে তড়িৎ কোষসমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু হতে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় অর্থাৎ প্রবাহ চলমান রাখতে তড়িৎ কোষ যে শক্তি সরবরাহ করে তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

১৪) ধারকের সংযোগ কাকে বলে?

উ: বিশেষ কাজে বা সুবিধামতো ধারকত্ব পাওয়ার জন্য একাধিক ধারককে এক সাথে যুক্ত করার প্রয়োজন হয়। একে ধারকের সংযোগ বলা হয়।

১৫) একক চার্জ বা এক কুলম্ব চার্জ কাকে বলে?

উ: দুটি সমধর্মী ও সমপরিমাণ বিন্দু চার্জকে বায়ু বা শূন্য মাধ্যমে পরস্পর হতে 1 m দূরে স্থাপন করলে যদি এদের মধ্যে 9×10^9 N বিকর্ষণ বল ক্রিয়া করে তাহলে প্রত্যেকটি চার্জের পরিমাণকে একক চার্জ বা এক কুলম্ব চার্জ বলে।

১৬) ধারক কাকে বলে?

উ: কাছাকাছি স্থাপিত দুটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ চার্জরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে ধারক বলে।

১৭) ধারকের ধারকত্ব কাকে বলে?

উ: কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ চার্জ জমা হলে পাতদ্বয়ের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তাকে ঐ ধারকের ধারকত্ব বলে।

জ্ঞানমূলক

১৮) পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক কাকে বলে?

উ: দুটি চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বে শূন্য স্থানে ক্রিয়াশীল বল ও ঐ দুটি চার্জের মধ্যে একই দূরত্বে অন্য মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে ঐ মাধ্যমের ডাইইলেকট্রিক ধ্রুবক বা তড়িৎ মাধ্যমাস্থ বা পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বলে।

১৯) বৈদ্যুতিক বিভবের সংজ্ঞা দাও।

উ: দুটি চার্জিত বস্তুর মধ্যে চার্জের আদান-প্রদান যে বিদ্যুৎ অবস্থার দ্বারা নির্ধারিত হয় তাকে বৈদ্যুতিক বিভব বলে।

২০) তড়িৎ ফ্লাক্স ঘনত্ব কী?

উ: তড়িৎ ক্ষেত্রে অবস্থিত কোনো তলের প্রতি একক ক্ষেত্রফল দিয়ে লম্বভাবে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যাই হলো তড়িৎ ফ্লাক্স ঘনত্ব।

২১) কুলম্বের সূত্র বিবৃত কর।

উ: নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু চার্জ পরস্পরকে যে বলে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ করে তা চার্জ দুটির পরিমাণের গুণফলের সমানুপাতিক, এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল চার্জ দুটির সংযোগ সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

২২) তড়িৎ ক্ষেত্র কাকে বলে?

উ: কোনো একটি চার্জিত বস্তু তার চারদিকে যে অঞ্চলব্যাপী তার প্রভাব বিস্তার করে, সেই অঞ্চলকে ঐ চার্জিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্র বলে।

২৩) তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য কাকে বলে?

উ: কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের যেকোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করলে তার উপর যে বল প্রযুক্ত হয়, তাকে ঐ তড়িৎ ক্ষেত্রের জন্য উচ্চ বিন্দুর তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য বলে।

২৪) তড়িৎ বিভব কাকে বলে?

উ: অসীম দূর থেকে একক ধনাত্মক চার্জকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয়, তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

২৫) সমবিভব তল কাকে বলে?

উ: যে চার্জিত তলের প্রতিটি বিন্দুর বিভব সমান তাকে সমবিভব তল বলে।

জ্ঞানমূলক

২৬) তড়িৎ চার্জ কাকে বলে?

উ: মৌলিক কণাসমূহের বৈশিষ্ট্য সূচক ধর্মই হলো চার্জ। যার ভিত্তিতে কোনো বস্তুতে স্থির তড়িৎ, তড়িৎ ক্ষেত্র এবং তড়িৎ শক্তির উদ্ভব হয় ও বস্তু হালকা কাগজের টুকরা আকর্ষণ করতে পারে এবং যার গতিতে তড়িৎ প্রবাহ, তড়িৎ ক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয় তাকে চার্জ বলে। তড়িতের মূলই হলো চার্জ। এটি ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হতে পারে।

২৭) ডাইইলেকট্রিক কাকে বলে?

উ: দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যবর্তী স্থান শূন্য বা বায়ু মাধ্যম ভিন্ন অন্য কোনো অপরিবাহী বা অন্তরক মাধ্যম হলে বিন্দু চার্জ দুটিকে পরস্পর হতে বিচ্ছিন্ন করে রাখে। এরূপ মাধ্যমকে ডাইইলেকট্রিক বা পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম বা তড়িৎ বিভাজক মাধ্যম বলে। (অন্যভাবে, অন্তরক বা কুপরিবাহী মাধ্যমকে সাধারণত পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম বলা হয়।



MARTIN

স্থির তড়িৎ

অনুধাবনমূলক

১) সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের উপর নির্ভর করে কি?

[সি. বো. '১৯]

উ: সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের উপর নির্ভর করে।

আমরা জানি, $C = \frac{\epsilon A}{d}$

পাতের ক্ষেত্রফল এবং দূরত্ব যদি নির্দিষ্ট হয় তবে $C \propto \epsilon$ হবে। অর্থাৎ যে মাধ্যমের বা বস্তুর ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবকের মান বেশি হবে সে বস্তুর বা মাধ্যমের ধারকত্ব বেশি হবে।

২) কোনো ধারকের গায়ে $0.06 \mu F - 210 V$ লেখা আছে। কথাটির অর্থ কী?

[সি. বো. '১৭]

উ: কোনো ধারকের গায়ে $0.06 \mu F - 210 V$ লেখার অর্থ হলো ঐ ধারকের ধারকত্ব $0.06 \mu F$ এবং এটি সর্বোচ্চ $210 V$ বিভব পার্থক্যে ব্যবহার করা যেতে পারে। $210 V$ এর বেশি বিভব পার্থক্যে ধারকটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

৩) কোনো কোষের তড়িচ্চালক শক্তি $1.5 V$ বলতে কি বুঝ?

[রা. বো. '১৯]

উ: কোনো কোষের তড়িচ্চালক বল $1.5 V$ বলতে বুঝায় $1 C$ চার্জকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে $1.5 J$ পরিমাণ কাজ করতে হয়।

৪) পানির পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান বেশি হওয়া সত্ত্বেও কেন ডাইইলেকট্রিক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয় না? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৯]

উ: পানির পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান বেশি হওয়া সত্ত্বেও ডাই ইলেকট্রিক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয় না কারণ কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে পানির কণাগুলো আহিত অবস্থায় থাকে। পানি কণাগুলো সর্বদা গতিশীল থাকার কারণে ভালো ডাই ইলেকট্রিকের মতো তড়িৎ ক্ষেত্র সৃষ্টির জন্য প্রয়োজনীয় আধান সরবরাহ করতে পারে না। আবার পানি, কণার গতিশীলতার কারণে ধারকের ধারকত্ব ক্রমাগত পরিবর্তন হতে থাকে। এই কারণে পানিকে ডাই ইলেকট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয় না।

৫) কোনো সমবিভব তলে চার্জ স্থানান্তরে কৃত কাজ শূন্য- ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৯]

উ: যে চার্জিত তলের প্রতিটি বিন্দুর বিভব সমান তাকে সমবিভব তল বলে। অন্যভাবে বলা যেতে পারে, যে তল বরাবর কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না, সেই তল সমবিভব তল। সুতরাং স্থির তড়িৎবিদ্যায় অন্তরিত আহিত পরিবাহী পৃষ্ঠ সমবিভব পৃষ্ঠ। যেহেতু প্রতিটি বিন্দুর বিভব একই তা সমবিভব তলের একবিন্দু থেকে অন্যবিন্দুতে আধান স্থানান্তর করলে কোনো কাজ হয় না।

স্থির তড়িৎ

অনুধাবনমূলক

৬) “চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য”- ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. ‘১৬]

উ: কোনো বিন্দুতে একক আধান বা চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলকে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য বলা হয়। এখন, চার্জিত গোলকের পৃষ্ঠে বিভব V , কেন্দ্রে বিভব V_0 এবং প্রাবল্য E হলে

$$V - V_0 = E \times \text{দূরত্ব}$$

$$\text{বা, } 0 = E \times \text{দূরত্ব}$$

$$\text{বা, } E = 0$$

[চার্জিত গোলকের অভ্যন্তরে যেকোনো বিন্দুর বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান]

অতএব, চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে প্রাবল্য শূন্য।

৭) দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 10 V বলতে কী বুঝায়?

[দি. বো. ‘১৫]

উ: দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 10 V বলতে বুঝায় 1 কুলম্ব চার্জকে এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে বাইরের এজেন্ট কর্তৃক 10 J কাজ করতে হয়।

৮) ধারকত্ব কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

[ব. বো. ‘১৫]

উ: ধারকত্ব নিম্নোক্ত বিষয়গুলোর উপর নির্ভরশীল।

(i) পরিবাহীর ক্ষেত্রফল পরিবর্তন করা হলে ধারকত্ব পরিবর্তন হয়।

(ii) পরিবাহীর চার পার্শ্বস্থ মাধ্যম পরিবর্তনের সাথে ধারকত্ব পরিবর্তন হয়।

(ii) অপর কোনো পরিবাহী বা ভূ-সংযোগের কারণেও ধারকত্ব পরিবর্তন হয়।

৯) গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত্ব বৃদ্ধি পায় কেন?

[দি. বো. ‘১৫]

উ: গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_0 \times r$

$$\text{বা, } C = \text{ধ্রুবক} \times r$$

$$\text{বা, } C \propto r$$

অতএব, গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব ও গোলকের ব্যাসার্ধ পরস্পর সমানুপাতিক।

যেহেতু চার্জ গোলকের বাইরের পৃষ্ঠে অবস্থান করে, তাই ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত্ব বাড়বে।

অর্থাৎ গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বৃদ্ধির সাথে ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়।

১০) একক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র সুষম হয় না কেন?

[রা. বো. ‘১৫]

উ: আমরা জানি, কোনো তড়িৎক্ষেত্রের মান ও দিক সর্বত্র সমান হলে তা সুষম তড়িৎ ক্ষেত্র হয়। তবে একক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎ ক্ষেত্রের মান সর্বত্র সমান হয় না। কারণ চার্জটির কাছাকাছি অঞ্চলে এর মানের আধিক্য থাকে। এজন্যই একক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎ ক্ষেত্র সুষম হয় না।

১১) কোনো বস্তুর চার্জ $0.8 \times 10^{-19} \text{ C}$ হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. ‘১৯]

উ: কোন বস্তুতে আধানের মান নিরবচ্ছিন্ন হতে পারে না, একটি নির্দিষ্ট সর্বনিম্ন মানের সরল গুণীতক হবেই। যেহেতু বস্তুর আধান $0.8 \times 10^{-19} \text{ C}$ যা একটি নির্দিষ্ট সর্বনিম্ন মান (ইলেকট্রনের আধান $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$) এর সরল গুণীতক নয় অতএব কোনো বস্তুর চার্জ $0.8 \times 10^{-19} \text{ C}$ হতে পারে না।

স্থির তড়িৎ

অনুধাবনমূলক

১২) গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল- ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৯]

উ: গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ r হলে এর ধারকত্ব $c \propto r$ অর্থাৎ গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব এর ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক। আমরা জানি, চার্জ পরিবাহীর পৃষ্ঠে অবস্থান করে। ফলে ব্যাসার্ধ বাড়লে কেন্দ্র থেকে পৃষ্ঠের দূরত্ব বাড়ে এবং উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে পরিবাহীর ধারকত্বও বাড়ে। অনুরূপভাবে ব্যাসার্ধ কমলে কেন্দ্র হতে পৃষ্ঠের দূরত্ব কমায় গোলাকার পরিবাহীটির ধারকত্ব কমে। অতএব, উপরোক্ত আলোচনা থেকে স্পষ্ট প্রতীয়মান- গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল।

১৩) কোনো বস্তুতে যেকোনো মানের চার্জ থাকতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৯]

উ: আধানের কোয়ান্টায়ন হতে আমরা জানি, কোন বস্তুতে আধানের পরিমাণ নিরবচ্ছিন্ন অর্থাৎ যে কোনো মানের $(4.5e, 3.2e)$ হতে পারে না একটি নির্দিষ্ট সর্বনিম্ন মানের অর্থাৎ ইলেকট্রনের আধানের মানের সরল গুণিতক হবেই অর্থাৎ $4e, -3e, 2e$ ইত্যাদি মানের হবে।

১৪) কোনো বস্তুর আধান $2 \times 10^{-19} C$ হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৯]

উ: এখানে, আধান, $q = 2 \times 10^{-19} C$

এখন, $\frac{q}{e} = \frac{2 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25$

এখানে, আধানটি ইলেকট্রনের আধান e এর সরল গুণিতক নয়।

কাজেই কোনো বস্তুর আধান $2 \times 10^{-19} C$ হতে পারে না।

১৫) চার্জিত সমান্তরাল পাতদ্বয়ের বাইরে তড়িৎক্ষেত্র থাকে না- ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৯]

উ: সমান্তরাল পাত দ্বয়ের বাইরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান যথাক্রমে $E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ এবং $E_2 = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ হবে। এরা পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় লব্ধি শূন্য হবে। অর্থাৎ, পাতদ্বয়ের বাইরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্র থাকে না।

১৬) কোনো গোলাকার পরিবাহীর আধান ৪ গুণ করা হলে এর চার্জের তল ঘনত্বের পরিবর্তন কীরূপ হবে?

[ব. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, চার্জের তল ঘনত্ব, $\sigma = \frac{Q}{A}$ বা $\sigma \propto Q$, যখন A স্থির। A অর্থাৎ ক্ষেত্রফল স্থির রেখে চার্জ যতগুণ করা হবে চার্জের তল ঘনত্ব তত গুণ হবে। অতএব, কোনো গোলাকার পরিবাহীর ক্ষেত্রফল স্থির রেখে আধান ৪ গুণ করা হলে এর চার্জের তল ঘনত্ব ও ৪ গুণ হবে।

১৭) ৩.৬৭ ফ্যারাড বলতে কী বুঝায়?

[রা. বো. '১৭]

উ: কোনো পরিবাহীর তড়িৎ বিভব এক একক বৃদ্ধি করতে এর মধ্যে যে পরিমাণ চার্জ প্রদান করতে হয়, তাকে ঐ পরিবাহীর ধারকত্ব বলে। কোনো ধারকের ধারকত্ব ৩.৬৭ F বলতে বুঝায় ঐ ধারকের বিভব ১ V বাড়তে ৩.৬৭ C চার্জের প্রয়োজন।

স্থির তড়িৎ

অনুধাবনমূলক

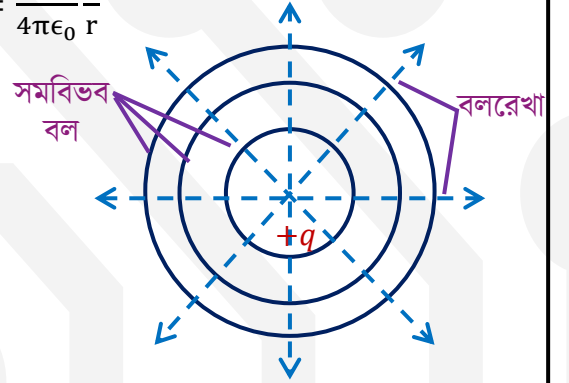
১৮) গোলকের অভ্যন্তরে সকল বিন্দুতে বিভব সমান- ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৯]

উ: একটি তড়িৎক্ষেত্রের ভেতর অবস্থিত যে তলের উপর সকল বিন্দুকে তড়িৎ বিভব সমান হয় তাকে সমবিভব তল বলে।

ব্যাখ্যা : মনে করি, শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে ০ বিন্দুতে $+q$ বিন্দু চার্জটি রাখা হলো। এখন এই $+q$ চার্জ থেকে r দূরত্বের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$

সুতরাং ০ বিন্দুকে কেন্দ্র করে r ব্যাসার্ধের একটি গোলক অঙ্কন করা হলে ঐ গোলকের পৃষ্ঠের উপর যে কোনো বিন্দুতে বিভব হবে, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$ । গোলকের অভ্যন্তরের সকল বিন্দুর জন্য r এর মান সমান বিবেচনা করা হয় বলে সকল বিন্দুতে বিভব সমান হয়।



১৯) পৃথিবীর তড়িৎ বিভব শূন্য ধরা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৯]

উ: পৃথিবী একটি তড়িৎ পরিবাহক। ধনাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে ভূ-সংযুক্ত করলে পৃথিবী থেকে ইলেকট্রন এসে বস্তুকে নিস্তড়িত করে। আর ঋণাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে সংযুক্ত করলে বস্তু থেকে ইলেকট্রন ভূমিতে প্রবাহিত হয়, ফলে বস্তুটি নিস্তড়িত হয়। পৃথিবী এতো বিরাট যে, এতে আধান যোগ-বিয়োগ করলে এর বিভবের পরিবর্তন হয় না। পৃথিবী প্রতিনিয়ত বিভিন্ন বস্তু থেকে আধান গ্রহণ করে আবার সাথে সাথে অন্য বস্তুকে আধান সরবরাহও করে। ফলে এর আধানের কোনো পরিবর্তন হয় না। আধানের পরিবর্তন না হওয়ায় বিভবেরও কোনো পরিবর্তন হয় না। এজন্যই পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

২০) তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলে বিভবও কি শূন্য হয়?

[কু. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর প্রাবল্য ঐ বিন্দুর দূরত্ব সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক। অর্থাৎ তড়িৎ প্রাবল্য E , তড়িৎ বিভব V হলে,

$$E = -\frac{dV}{dr}$$

অতএব, তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হলে, তড়িৎ বিভব শূন্য নাও হতে পারে।

২১) তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষের লম্ব সমদ্বিখণ্ডকের উপর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না- ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৯]

উ: তড়িৎ দ্বিমেরুর লম্ব দ্বিখণ্ডক বরাবর তড়িৎ বিভব শূন্য থাকে। ফলে কোনো কণা লম্ব দ্বিখণ্ডক বরাবর গতিশীল হলে কোনো বিভব লাভ করে না।

তাই তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষের লম্ব দ্বিখণ্ডক বরাবর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না।

স্থির তড়িৎ

অনুধাবনমূলক

২২) চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে ও পৃষ্ঠে বিভব সমান ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো., সি. বো., দি. বো. '১৮]

উ: একটি বিচ্ছিন্ন গোলাকার পরিবাহীতে যে পরিমাণ চার্জ থাকে তা গোলকের পৃষ্ঠে সর্বত্র ছড়িয়ে থাকে এবং গোলকটিকে উহার কেন্দ্রে অবস্থিত একটি বিন্দু চার্জের মতো মনে হয়। এখন গোলাকার পরিবাহীর অভ্যন্তরে যেকোনো বিন্দুতে প্রাবল্যের মান শূন্য। পরিবাহীর পৃষ্ঠের বিভব V_0 এবং কেন্দ্রে বিভব V হলে, আমরা জানি, $V - V_0 = \text{প্রাবল্য} \times \text{দূরত্ব}$ বা, $V - V_0 = 0 \therefore V = V_0$ অর্থাৎ পৃষ্ঠে ও কেন্দ্রে বিভব সমান।

২৩) ধারকে কীভাবে শক্তি সঞ্চিত হয়?

[কু. বো. '১৬]

উ: কোনো ধারককে চার্জিত করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাই ধারকে স্থিতি শক্তিরূপে সঞ্চিত থাকে। এক্ষেত্রে ধারকের একটি পাতকে ভূ-সংলগ্ন করে অপর পাতটিকে চার্জিত করতে যে কাজ করতে হয় তাই ধারককে চার্জিত করার জন্য প্রয়োজনীয় কাজ এবং এটিই ধারকের স্থিতিশক্তি।

২৪) “দুটি বলরেখা কখনো পরস্পরকে ছেদ করে না”- ব্যাখ্যা কর।

উ: তড়িৎ বলরেখাগুলো ধন চার্জ হতে উৎপন্ন হয়ে ঋণ চার্জে শেষ হয় এবং বল রেখাগুলো পরস্পরকে পার্শ্বচাপ দেয়। ফলে এরা পরস্পরকে পার্শ্বের দিকে বিকর্ষণ করে। এজন্য দুটি বলরেখা কখনো পরস্পরকে ছেদ করে না।

নিজে কর

১) দুটি তড়িৎ বলরেখা কখনও পরস্পরকে ছেদ করে না কেন- ব্যাখ্যা কর।

২) হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি তড়িৎ দ্বি-মেরু বিদ্যমান- ব্যাখ্যা কর।

৩) ধনাত্মক চার্জে চার্জিত গোলকের পৃষ্ঠ হতে নির্গত বলরেখা সর্বদাই পৃষ্ঠের সাথে লম্ব, ব্যাখ্যা কর।

৪) দূরত্বের সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনের হার তড়িৎ প্রাবল্যের মানের সমান- ব্যাখ্যা কর।

৫) পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের ধারকত্ব বেশি- বুঝিয়ে দাও।

৬) গোলকের ভিতর প্রাবল্য শূন্য হলেও বিভব শূন্য হতে পারে কি- ব্যাখ্যা কর।

৭) কোনো ধারকের ধারকত্ব কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়- ব্যাখ্যা কর।

চল তড়িৎ

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

তড়িৎ দ্বিমেরু

তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক

গাউসীয় তল

চার্জের তল ঘনত্ব

পর্যাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক

1 eV বলতে কি বুঝে

চার্জের কোয়ান্টায়ন

তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ

ধারকত্ব/ধারক

গাউসের সূত্র

তড়িচ্চালক শক্তি

ফ্যারাডের সূত্র

কুলম্বের সূত্র

চার্জিত গোলকের
পরিবাহীর কেন্দ্রে এবং
পৃষ্ঠে বিভব সমান

সমবিভব তলে চার্জ
স্থানান্তরে কৃত কাজ শূন্য

চার্জিত গোলকের কেন্দ্রে
প্রাবল্য শূন্য কেন

ধারকে শক্তি সঞ্চিত

ধারকত্ব যে যে বিষয়ের
উপর নির্ভর করে

কোনো ধারকের গায়ে
0.06 μF -210 V লেখা
আছে। এটি দ্বারা কি
বুঝায়

চার্জের কোয়ান্টায়ন

পৃথিবীর বিভব শূন্য

কোষের অভ্যন্তরীণ
রোধের ভূমিকা

একক চার্জ দ্বারা উৎপন্ন
তড়িৎ ক্ষেত্র সুস্পষ্ট হয় না
কেন

ব্যাসার্ধ বাড়লে ধারকত্ব
বাড়ে কেন

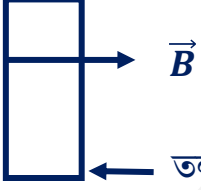
স্থির তড়িৎ

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

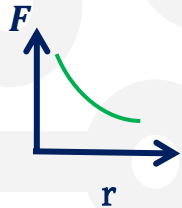
- কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য $5.57 \times 10^{-11} \text{ NC}^{-1}$ হলে সেখানে একটি ইলেকট্রন তার ওজনের সমান বল অনুভব করবে।
- চার্জিত গোলাকার পরিবাহী কর্তৃক সৃষ্ট সমবিভব তলগুলো তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্যের সাথে সমকোণী হয় এবং একই মানের বিভব সম্পন্ন বহুসংখ্যক বিন্দু দিয়ে গঠিত।
- দুটি চার্জিত বস্তুর একটি হতে অপরটিতে চার্জের আদান-প্রদান বস্তু দুটির বিভবের ওপর এবং মধ্যে মুক্ত ইলেকট্রনের ঘনত্বের ওপর নির্ভর করে।
- গোলকের ভেতরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হয়। আবার পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয়।
- তড়িৎ বলরেখা চার্জিত পরিবাহীর পৃষ্ঠের সাথে 90° কোণে অবস্থান করে।
- সমবিভব তলে কোনো চার্জ প্রবাহিত হয় না।
- তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ প্রাবল্য পরস্পর সমানুপাতিক।
- দূরত্বের সাথে তড়িৎ বিভব হ্রাস পায়।
- তড়িৎ ক্ষেত্র এবং তলের অভিলম্ব যখন সমকোণে থাকে তখন ফ্লাক্স শূন্য হয়।
- কোনো বস্তুতে মোট চার্জ $q = nC$.
- প্রকৃতিতে ন্যূনতম চার্জের পরিমাণ $1.60218 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক একটি ভেক্টর রাশি।
- শূন্য মাধ্যমে পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান 1.
- $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$, $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$, $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$.
- কোনো পরিবাহীর ধারকত্ব এবং ব্যাসার্ধের অনুপাতকে 4π দ্বারা ভাগ করলে বৈদ্যুতিক ভেদনযোগ্যতা পাওয়া যায়।
- আপেক্ষিক ভেদনযোগ্যতা সবচেয়ে বেশি প্লাস্টিকের।
- সবচেয়ে বেশি চার্জ থাকে চার্জিত বস্তুর উত্তল তলে।
- ধারকত্ব দ্বিগুণ হবে যখন দুটি পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক করা হয়।
- যে আধানের প্রভাবে তড়িৎ আবেশ ঘটে তাকে আবেশী আধান বলে।

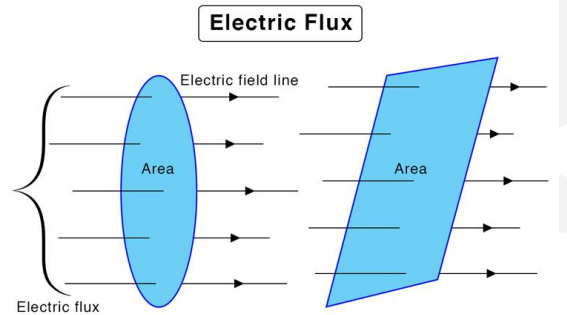
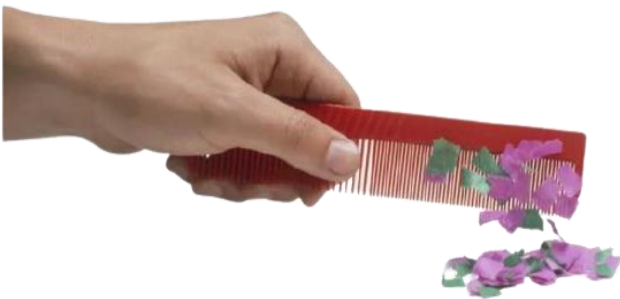
স্থির তড়িৎ

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য



এই ক্ষেত্রে ফ্লাক্স সর্বাধিক।

- তড়িৎ দ্বিমেরু লম্ব দ্বিখণ্ডক রেখার যে কোনো বিন্দুতে বিভব শূন্য।
 - \vec{P} ভ্রামকবিশিষ্ট একটি তড়িৎ দ্বিমেরু \vec{E} প্রাবল্যের একটি সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে ঝুলানো আছে। এর ওপর প্রযুক্ত টর্ক, $\vec{P} \times \vec{E}$ ।
 - ইলেকট্রন ভোল্ট হলো বৈদ্যুতিক ক্ষমতার একক।
 - দুটি সমান ধারকত্বকে শ্রেণিতে এবং পরে সমান্তরালে যুক্ত করা হলে শ্রেণি ও সমান্তরাল তুল্য ধারকত্বের অনুপাত হবে 1:4।
 - তড়িৎ ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করা যায়- অ্যাম্পিয়ারের এবং গাউসের সূত্র থেকে।
 - দুটি ইলেকট্রনকে পরস্পর থেকে দূরে সরিয়ে নিলে দূরত্বের সাথে বলের পরিবর্তনের লেখচিত্র হবে-
- 
- দুটি চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব তিনগুণ করা হলে বল $\frac{1}{9}$ গুণ হবে।
 - আধান ও বিভবের গুণফলের একক জুল।
 - বিভব পার্থক্য স্থির থাকলে একটি চার্জিত ধারকের শক্তি তার চার্জের সমানুপাতিক।
 - বিন্দু আধানের জন্য তড়িৎ বিভব দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।



চল তড়িৎ

জ্ঞানমূলক

১) আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে?

[ব. বো. '১৭]

উ: একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে আপেক্ষিক রোধ বলে।

২) কার্শফের ২য় সূত্রটি বিবৃত কর।

[ঢা. বো. '১৯; সি. বো. '১৯]

উ: কার্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি হলো- কোনো আবদ্ধ তড়িৎ বর্তনীর বিভিন্ন অংশগুলোর রোধ এবং তাদের আনুসঙ্গিক প্রবাহের গুণফলের বীজগাণিতিক সমষ্টি ঐ বর্তনীর মোট তড়িচ্চালক বলের সমান হবে।

৩) তুল্য রোধ কী?

[চ. বো. '১৯]

উ: রোধের কোনো সমবায়ের রোধগুলোর পরিবর্তে যে একটিমাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহ ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না তাই ঐ সমবায়ের তুল্যরোধ।

৪) এক অ্যাম্পিয়ার প্রবাহের সংজ্ঞা দাও।

[রা. বো., য. বো., কু. বো., চ. বো., ব. বো. '১৮]

উ: শূন্য মাধ্যমে 1 m দূরত্বে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের এবং উপেক্ষণীয় প্রস্থচ্ছেদের দুটি সমান্তরাল সরল পরিবাহীর প্রত্যেকটিতে যে পরিমাণ প্রবাহ চলে পরস্পরের মধ্যে প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 2×10^{-7} N বল উৎপন্ন হয় তাই এক অ্যাম্পিয়ার।

৫) শান্ট কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৫; য. বো. '১৫, ১৭; ব. বো. '১৯]

উ: সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্যে দিয়ে যাতে উচ্চ মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে যন্ত্রটি বিকল করতে না পারে সেজন্য বিকল্প পথে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ পাঠানোর নিমিত্তে যন্ত্রের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে প্রয়োজনীয় নিম্নমানের যে রোধ সংযুক্ত করা হয় তাকে শান্ট বলে।

৬) তাপের যান্ত্রিক সমতা বা তুল্যাঙ্ক কাকে বলে?

[রা. বো. '১৯]

উ: একক পরিমাণ তাপ উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাকে তাপের যান্ত্রিক সমতা বা তুল্যাঙ্ক বলে।

৭) অভ্যন্তরীণ রোধ কী?

[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

উ: কোষের অভ্যন্তরে বিদ্যুৎ প্রবাহ যে পরিমাণ বাধাপ্রাপ্ত হয় তাই কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ।

৮) রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক কাকে বলে?

উ: প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য একক রোধসম্পন্ন কোনো পরিবাহীর রোধের যে পরিবর্তন হয় তাকে উক্ত পরিবাহীর রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক বলে।

৯) জুলের ২য় সূত্র (রোধের সূত্র) বিবৃতি কর।

উ: বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ও বিদ্যুৎ প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে, পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য উদ্ভূত তাপ পরিবাহীর রোধের সমানুপাতিক।

চল তড়িৎ

জ্ঞানমূলক

১০) জুলের ৩য় সূত্র বিবৃত কর।

উ: বিদ্যুৎবাহী পরিবাহীর রোধ এবং বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা অপরিবর্তিত থাকলে উদ্ভূত তাপ বিদ্যুৎ প্রবাহকালের সমানুপাতিক।

১১) হুইটস্টোন ব্রিজ কাকে বলে?

উ: চারটি রোধ শ্রেণিবদ্ধভাবে সজ্জিত করে একটি আবদ্ধ লুপ তৈরি করলে যে চারটি সংযোগস্থল তৈরি হয়, তার যে কোনো দুটি বিপরীত সংযোগস্থলের মাঝে একটি বিদ্যুৎ কোষ এবং অপর দুটি সংযোগস্থলের মাঝে গ্যালভানোমিটার সংযোগে যে বর্তনী তৈরি হয় তাকে হুইটস্টোন ব্রিজ বলে।
হুইটস্টোন ব্রিজের চার বাহুর রোধ P, Q, R ও S হলে সাম্যাবস্থায়, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$ ।

১২) জুলের প্রথম সূত্রটি লেখ।

উ: জুলের প্রথম সূত্রটি হলো- বিদ্যুৎবাহী পরিবাহী রোধ R এবং বিদ্যুৎ প্রবাহকাল t অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন উদ্ভূত তাপ প্রবাহমাত্রার বর্গের সমানুপাতিক।

১৩) রোধ কাকে বলে?

উ: পরিবাহী যে ধর্মের জন্য তার মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ চলাচলে বাধা প্রদান করে তাকে তার রোধ বলে।

১৪) তড়িচ্চালক বল কাকে বলে?

উ: কোনো বিদ্যুৎ কোষে রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে তার দুই মেরুর মধ্যে যে বিভব পার্থক্য উৎপন্ন হয় তাকে তার তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

১৫) কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ কাকে বলে?

উ: একটি বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে কোষের ঋণাত্মক (Negative) প্রান্ত হতে ধনাত্মক (Positive) প্রান্তে ইলেকট্রন যাওয়ার সময় যে বাধা প্রাপ্ত হয়। তাকে অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।

১৬) নষ্ট ভোল্ট কাকে বলে?

উ: কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ভেতর দিয়ে প্রবাহ চালনা করার জন্য কিছু ভোল্ট নষ্ট হয় যা বহিঃবর্তনীতে কোনো কাজে আসে না; একে নষ্ট ভোল্ট বলে।

১৭) কির্শফের প্রথম সূত্র বিবৃতি কর।

উ: বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহজনিত মাত্রার বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়।

১৮) পোটেনশিওমিটার কাকে বলে?

উ: বিভব পতন পদ্ধতিতে যে যন্ত্রের সাহায্যে ছোট মানের বিভব বৈষম্য ও বিদ্যুচ্চালক শক্তি পরিমাপ করা যায় তাকে পোটেনশিওমিটার বলে।

জ্ঞানমূলক

১৯) ও'মের সূত্র বিবৃতি কর।

উ: তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহকের মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা উক্ত পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

২০) মিটার ব্রীজ কাকে বলে?

উ: যে যন্ত্রে এক মিটার লম্বা সুষ্ম প্রস্থচ্ছেদের রোধসম্পন্ন একটি তারকে কাজে লাগিয়ে হুইটস্টোন ব্রিজের নীতি ব্যবহার করে কোনো অজানা রোধ নির্ণয় করা হয় তাকে মিটার ব্রীজ বলে।

২১) পোস্ট অফিস বক্স কাকে বলে?

উ: যে রোধ বাক্সের রোধগুলোকে হুইটস্টোন ব্রিজের তিনটি বাহু হিসেবে বিবেচনা করে এর সাহায্যে হুইটস্টোন ব্রিজের নীতি ব্যবহার করে কোনো অজানা রোধ নির্ণয় করা হয় তাকে পোস্ট অফিস বক্স বলে।

২২) রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক কাকে বলে?

উ: 0°C তাপমাত্রার একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে পরিবাহীর রোধের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের উষ্ণতা গুণাঙ্ক বলে।

২৩) কিলোওয়াট-ঘণ্টা কাকে বলে?

উ: এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন কোনো যন্ত্র এক ঘণ্টা ধরে যে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয় করে তাকে কিলোওয়াট-ঘণ্টা (kWh) বলে।

২৪) তড়িৎ কোষ কাকে বলে?

উ: যে যন্ত্রের সাহায্যে রাসায়নিক শক্তি হতে তড়িৎ শক্তি উৎপন্ন করে তড়িৎ প্রবাহ বজায় রাখা হয়, তাকে তড়িৎ কোষ বলে।

২৫) কিলোওয়াট ঘণ্টা কী?

উ: এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন কোনো যন্ত্র এক ঘণ্টা কাজ করলে যে শক্তি ব্যয় হয়, তাই কিলোওয়াট-ঘণ্টা।



অনুধাবনমূলক

১) শান্ট কীভাবে গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করে?

[ঢা. বো. '১৮; রা. বো. '১৯; য. বো. '১৯; কু. বো. '১৯; চ. বো. '১৬, ১৯; ব. বো. '১৮, ১৯]

উ: অধিক পরিমাণ প্রবাহ গিয়ে যাতে গ্যালভানোমিটার বা সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রকে নষ্ট করতে না পারে তার জন্য যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে স্বল্প মানের যে রোধ যুক্ত করা হয় তাই শান্ট। শান্টের প্রধান কাজ হলো গ্যালভানোমিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহ হ্রাস করে একে অতি বিদ্যুৎপ্রবাহজনিত ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করা। শান্টকে বর্তনীতে সমান্তরালে সংযোগ দেওয়া হয় যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ শান্টের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে পারে।

এভাবে, শান্ট গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করে।

২) অ্যামিটার এক প্রকার গ্যালভানোমিটার- ব্যাখ্যা দাও।

[চ. বো. '১৯]

উ: যে যন্ত্রের সাহায্যে আধানের অস্তিত্ব ও প্রকৃতি নির্ণয় করা হয় তাকে গ্যালভানোমিটার বলে। গ্যালভানোমিটারের সাথে একটি স্বল্প মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে তা অ্যামিটার এ রূপান্তরিত হয়। সুতরাং অ্যামিটার এক ধরনের গ্যালভানোমিটার।

৩) তড়িৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৫; য. বো. '১৯]

উ: পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে পরিবাহীর মুক্ত ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরস্পরের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এতে ব্যয়িত তড়িৎ শক্তির কিছু অংশ পরিবাহীর রোধ অতিক্রম করার কাজে ব্যয় হয়। এ ব্যয়িত শক্তি পরিবাহীতে তাপ শক্তিরূপে প্রকাশ পায়। এ কারণে তড়িৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হয়।

৪) কোনো পরিবাহীর পরিবাহিতা 0.2 সিমেস বলতে কী বোঝায়? [সি. বো. '১৬; ব. বো. '১৬]

উ: কোনো পরিবাহীর পরিবাহিতা 0.2 সিমেস বলতে বুঝায় ঐ পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 1 ভোল্ট হলে তার মধ্য দিয়ে 0.2 A তড়িৎ প্রবাহ চলে এবং পরিবাহীর রোধ $(1 \div 0.2) \Omega = 5 \Omega$ ।

৫) রোধের উষ্ণতা সহগ বা গুণাঙ্ক বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৫]

উ: প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য একক রোধ সম্পন্ন কোনো পরিবাহীর রোধের যে পরিবর্তন হয় তাকে উক্ত পরিবাহীর রোধের উষ্ণতা সহগ বলে। 0°C তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর রোধ R_0 এবং $\theta^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর রোধ R_θ হলে,

$$\text{রোধের উষ্ণতা সহগ, } \alpha = \frac{R_\theta - R_0}{R_0 \cdot \theta}$$

$$\text{বা, } R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta)$$

উষ্ণতা সহগ-এর একক $(0^\circ\text{C})^{-1}$ বা K^{-1} ।

চল তড়িৎ

অনুধাবনমূলক

৬) হারানো ভোল্ট বলতে কী বুঝায়?

[রা. বো. '১৭; দি. বো. '১৭]

উ: ধরি, E শক্তির এক অংশ V ব্যয় হয় R -এর ওপর দিয়ে আধান চালনা করতে এবং বাকি অংশ V' ব্যয় হয় কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ওপর দিয়ে আধান চালনা করতে। সুতরাং, শক্তির নিত্যতা সূত্রানুসারে, $E = V + V'$ কিন্তু, V হলো R -এর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য এবং V' হলো অভ্যন্তরীণ রোধ R -এর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য। এখন, তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা I হলে, ও'মের সূত্র হতে পাই,

$$V = IR \text{ এবং } V' = Ir$$

$$E = IR + Ir = I(r + R)$$

$V' = Ir$ বিভব পার্থক্য মূল প্রবাহ চালিত করতে কোনো রকম সাহায্য করে

না বলে একে সুপ্ত ভোল্ট বা অপচয় ভোল্ট বা হারানো ভোল্ট বলা হয়।

সুতরাং তড়িচ্চালক শক্তি = প্রাপ্ত ডোন্ট + হারানো ভোল্ট। $I = 0$ হলে, হারানো ভোল্ট শূন্য হয়।

৭) তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার কেন শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়?

[সকল. বো. '১৮]

উ: তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়। কারণ, অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ r এর তুলনায় বাইরের রোধ R অনেক বড় হয়। সমান্তরালে যুক্ত করলে প্রবাহিত তড়িৎ অ্যামিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হবে। ফলে সমগ্র বর্তনীতে অপেক্ষাকৃত কম তড়িৎ প্রবাহিত হবে। তাই সমগ্র বর্তনীর প্রবাহ নির্ণয় সম্ভব হবে না।

শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে, একই প্রবাহ অন্যান্য রোধ ও অ্যামিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হবে। তাই তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়।

৮) তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়- ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৫; রা. বো. '১৫; সি. বো. '১৫; ব. বো. '১৭]

উ: পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে পরিবাহকের মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্য দিয়ে পরিবাহকের নিম্নবিভব বিশিষ্ট বিন্দু থেকে উচ্চ বিভব বিশিষ্ট বিন্দুর দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এ ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয়ে পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি করে। এ বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয় এবং পরিবাহকের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে পরিবাহী উত্তপ্ত হয়। অর্থাৎ বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

৯) বর্তনীতে শান্ট ব্যবহার করা হয় কেন?

[চ. বো. '১৬]

উ: অধিক পরিমাণ প্রবাহ গিয়ে যাতে গ্যালভানোমিটার বা সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রকে নষ্ট করতে না পারে তার জন্য যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে স্বল্প মানের যে রোধ যুক্ত করা হয় তাই শান্ট। শান্টের প্রধান কাজ হলো গ্যালভানোমিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহ হ্রাস করে একে অতি বিদ্যুৎপ্রবাহজনিত ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করা। শান্টকে বর্তনীতে সমান্তরালে সংযোগ দেওয়া হয় যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ শান্টের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হতে পারে।

অনুধাবনমূলক

১০) তাপমাত্রার সাথে রোধের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৬]

উ: মুক্ত ইলেকট্রন প্রবাহের সময় পরিবাহকের অণু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এ কারণে পরিবাহকের রোধের উদ্ভব ঘটে। তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহকের অণু পরমাণু অতিরিক্ত শক্তি পায়। এতে তাদের কম্পনের পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে মুক্ত ইলেকট্রনের সাথে এদের সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং প্রবাহ চলার পথে বেশি বাধার সৃষ্টি হয়। এতে করে পরিবাহকের রোধ বৃদ্ধি পায়। এজন্যই তাপমাত্রার সাথে রোধের পরিবর্তন ঘটে।

১১) কার্শফের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে- ব্যাখ্যা কর।

[সকল. বো. '১৮]

উ: কার্শফের ১ম সূত্র থেকে আমরা পাই, বিদ্যুৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহমাত্রাগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়। আবার আমরা জানি, প্রবাহমাত্রা হলো চার্জের প্রবাহ। এখন সংযোগ বিন্দুতে প্রবাহমাত্রাগুলোর যোগফল যদি শূন্য না হয় তাহলে ঐ বিন্দুতে চার্জের সৃষ্টি বা ধ্বংস হওয়া বুঝায়। যা চার্জের নিত্যতা সূত্রের পরিপন্থী। তবে বর্তনীর কোথাও চার্জ সঞ্চিত হতে পারে না। কিন্তু এই সূত্রানুসারে $2I = 0$ । অর্থাৎ কার্শফের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে।

১২) তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহীর রোধ বাড়ে কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৯]

উ: মুক্ত ইলেকট্রন প্রবাহের সময় পরিবাহকের অণু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এ কারণে পরিবাহকের রোধের উদ্ভব ঘটে। তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহকের অণু পরমাণু অতিরিক্ত শক্তি পায়। এতে তাদের কম্পনের পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে মুক্ত ইলেকট্রনের সাথে এদের সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং প্রবাহ চলার পথে বেশি বাধার সৃষ্টি হয়। এতে করে পরিবাহকের রোধ বৃদ্ধি পায়।

১৩) তড়িৎ ব্যাটারির গায়ে 5 Am – hour লেখার অর্থ ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৯]

উ: তড়িৎ ব্যাটারির গায়ে 5 Am – hour লেখার অর্থ ব্যাটারি কর্তৃক সরবরাহকৃত তড়িৎ প্রবাহ এবং প্রবাহ কালের গুণফল 5 Am – hour হবে। অর্থাৎ ব্যাটারিটি যদি 1 Am তড়িৎ প্রবাহ সরবরাহ করে তবে এটি 5 hour চলবে।

১৪) সরু ধাতব তারকে সান্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর / সান্ট হিসাবে মোটা তার ব্যবহার করা হয় কেন? [সি. বো. '১৯, ইম্পাহানী পাবলিক কলেজ, কুমিল্লা]

উ: রোধ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যাস্তানুপাতিক। অর্থাৎ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল কম হলে রোধ বেশি হয়। সরু ধাতব তারকে সান্ট হিসেবে ব্যবহার করলে তারের রোধের মান বেশি হয়। ফলে এর মধ্য দিয়ে অধিক মানের তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না। এতে সান্টের উদ্দেশ্য ব্যাহত হয়। এজন্য সরু ধাতব তারকে সান্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয় না।

১৫) বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলার ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ রোধের ভূমিকা কী?

[ঢা. বো. '১৭]

উ: তড়িৎ কোষযুক্ত কোনো বর্তনীতে যখন প্রবাহ চলে তখন প্রবাহ কোষের ভেতরে তরল বা অন্যান্য পদার্থের মধ্য দিয়েও প্রবাহিত হয়। কোষের ভেতরে তড়িৎ প্রবাহের দিক কোষের ঋণাত্মক পাত থেকে ধনাত্মক পাতের দিকে। এই পাতদ্বয়ের মধ্যকার বিভিন্ন পদার্থ তড়িৎ প্রবাহের বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে। এর ফলে কোষ অভ্যন্তরীণ রোধের সৃষ্টি হয়।

চল তড়িৎ

অনুধাবনমূলক

১৬) অ্যালুমিনিয়ামের রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক $3.9 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ বলতে কী বুঝ?

[য. বো. '১৭]

উ: অ্যালুমিনিয়ামের রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক $3.9 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ বলতে বুঝায় যে 1Ω রোধ বিশিষ্ট কোনো অ্যালুমিনিয়াম পরিবাহীর তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি পেলে এর রোধ $3.9 \times 10^{-3} \Omega$ বৃদ্ধি পাবে।

১৭) ভোল্টমিটারকে সমান্তরালে যুক্ত করা হয় কেন?

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

উ: আমরা জানি, ভোল্টমিটারের অভ্যন্তরীণ রোধের মান অনেক বেশি। ফলে ভোল্টমিটারকে সমান্তরালে যুক্ত করলে এর মধ্য দিয়ে সামান্য পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। যার ফলে বর্তনীর মূল প্রবাহমাত্রার কোনো পরিবর্তন ঘটে না। ফলে ভোল্টমিটারও সঠিক পাঠ দেয়। এজন্য ভোল্টমিটারকে সমান্তরাল যুক্ত করা হয়।

১৮) কোনো কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 10 V বলতে কি বুঝ?

উ: কোনো কোষের তড়িচ্চালক বল 10 V বলতে বুঝায় 1 C চার্জকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে 10 J পরিমাণ কাজ করতে হয়।

১৯) নিরাপত্তা ফিউজ ব্যবহার করা হয় কেন?

উ: ফিউজ একটি রোধক যার গলনাঙ্ক কম। বাসা বাড়িতে বৈদ্যুতিক বর্তনীতে এটি ব্যবহার করা হয়। আমরা জানি, অতিরিক্ত বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি নষ্ট হয়। বর্তনীতে ফিউজ না থাকলে প্রয়োজনের বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রায় এটি ঘটে থাকে। ফিউজ থাকলে প্রয়োজনের বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা থাকলে ফিউজটি কেটে যায় এবং বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়। ফলে সম্ভাব্য ক্ষতির হাত থেকে যন্ত্রপাতি রক্ষা পায়। এ বিষয়টি নিশ্চিত করার জন্যই বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

২০) কোনো বর্তনীর বিভব পার্থক্য ও তড়িচ্চালক বল একই নয় কেন, ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. '১৭]

উ: আমরা জানি, এক একক ধনাত্মক আধানকে কোনো পরিবাহকের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাই ঐ বিন্দুদ্বয়ের বিভব পার্থক্য কিন্তু একক ধনাত্মক আধানকে কোষসহ কোনো বর্তনীর একবিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাই ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি। বিভব পার্থক্য হয় কোনো পরিবাহক বা তড়িৎ ক্ষেত্রের দুই বিন্দুর কিন্তু তড়িচ্চালক শক্তি হয় কোনো তড়িৎ উৎসের। বর্তনীর বিভব পার্থক্য হলো তড়িচ্চালক শক্তির ফল এবং তড়িচ্চালক শক্তি হলো বিভব পার্থক্যের কারণ, এজন্য বলা যায় কোনো বর্তনীর বিভব পার্থক্য ও তড়িচ্চালক বল এক নয়।

চল তড়িৎ

অনুধাবনমূলক

২১) কিশোরের দ্বিতীয় সূত্রটি $\sum IR + E = 0$ আকারে লিখলে কোনো বর্তনীর লুপে সূত্রটি প্রয়োগের ক্ষেত্রে IR ও E এর চিহ্নের নিয়ম কীরূপ হবে ? [কু. বো. '১৭]

উ: কিশোরের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে পরিবাহী বর্তনীর মধ্যে যেকোনো বদ্ধ বর্তনীর বিভিন্ন অংশের রোধ এবং এদের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার গুণফলের বীজগাণিতিক যোগফল ঐ বদ্ধ বর্তনীর মোট বিদ্যুচ্চালক শক্তির সমান। এখন সূত্রটিকে $\sum IR + E = 0$ আকারে লিখলে কোনো বর্তনীর লুপে দক্ষিণাবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রাকে ধনাত্মক রাশি, বামাবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা এবং তড়িচ্চালক শক্তিকে ঋণাত্মক রাশি ধরতে হবে।

২২) বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৭]

উ: পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে পরিবাহকের মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্য দিয়ে পরিবাহকের নিম্নবিভব বিশিষ্ট বিন্দু থেকে উচ্চ বিভব বিশিষ্ট বিন্দুর দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এ ইলেকট্রনগুলো চলার সময়। পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয়ে পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি করে। এ বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয় এবং পরিবাহকের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে পরিবাহী উত্তপ্ত হয়। অর্থাৎ বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

২৩) তাপমাত্রার বিবেচনায় পরিবাহী এবং অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য কী ? [কু. বো. '১৫]

উ: তাপমাত্রার বিবেচনায় পরিবাহী এবং অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

পরিবাহী	অর্ধপরিবাহী
১) সাধারণ তাপমাত্রায় তড়িৎ পরিবহন করে।	১) সাধারণ তাপমাত্রায় অল্প পরিমাণ তড়িৎ পরিবহন করে।
২) তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ বাড়ে।	২) তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ কমে।
৩) তাপমাত্রা কমালে পরিবাহকত্ব বাড়ে।	৩) তাপমাত্রা কমালে পরিবাহকত্ব কমে।

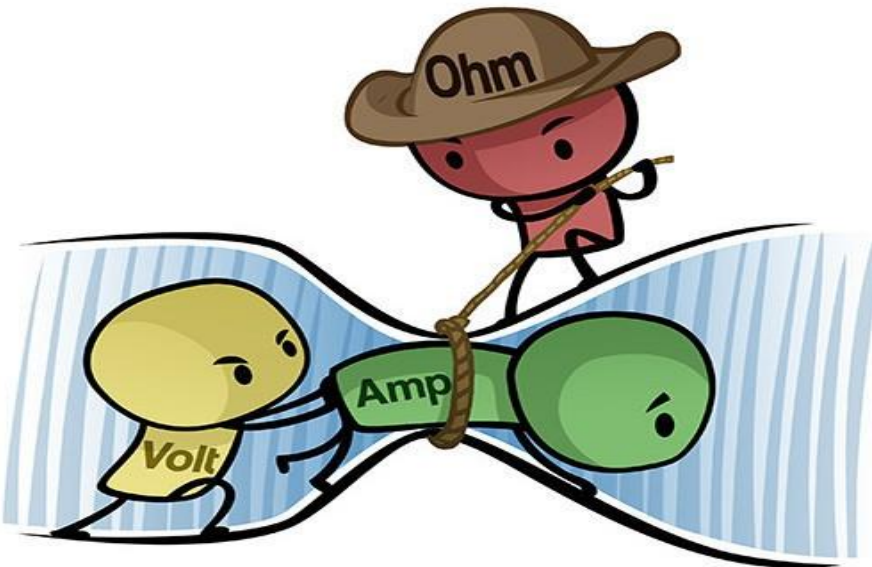
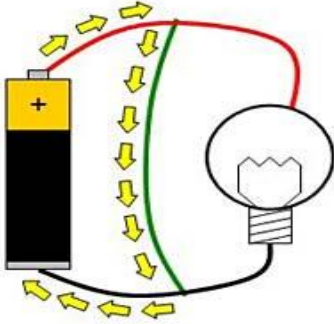
২৪) বাসাবাড়িতে সমান্তরাল সংযোগ ব্যবহার করা হয় - ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৭]

উ: শ্রেণী সমবায়ের ক্ষেত্রে একটি মাত্র চাবি বা সুইচ সারিবদ্ধভাবে একটি মাত্র সংযোগ লাইনের সাহায্যে সংযুক্ত থাকে। কিন্তু সমান্তরালের ক্ষেত্রে একাধিক সংযোগ লাইন থাকে। শ্রেণীর ক্ষেত্রে যেকোনো একটি অকার্যকর হলে বাকি সব যন্ত্রের তড়িৎ প্রবাহের বিঘ্ন ঘটে। কিন্তু সমান্তরালের ক্ষেত্রে সেই ধরনের কোন সমস্যা থাকে না। তাই বাসাবাড়িতে সমান্তরাল সংযোগ ব্যবহার করা হয়।

নিজে কর

- ১) জটিল বর্তনীর ক্ষেত্রে ও'মের সূত্র থেকে কার্শফের সূত্র অধিক প্রযোজ্য ব্যাখ্যা কর।
- ২) নিরাপত্তা ফিউজে সংকর ধাতু ব্যবহার করার কারণ লিখ।
- ৩) রোধের সমবায়ে তুল্য রোধের মান কখন বৃদ্ধি পায় ব্যাখ্যা কর।
- ৪) রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাব কী?
- ৫) দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও ভিন্ন ভিন্ন উপাদানে পরিবাহী রোধ ভিন্ন ভিন্ন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।
- ৬) একটি লম্বা তামার তার ও একটি ছোট তামার তারের মধ্যে কোনটির আপেক্ষিক রোধ বেশি?
- ৭) কোনো পরিবাহীর ক্ষেত্রে I বনাম V লেখচিত্রটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হয় কেন?

Short circuit



চল তড়িৎ

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

ওহমের সূত্র

শান্ট

মিটার ব্রিজ

তড়িচ্চালক বল

তাড়ন বেগ

জুলের রোধের সূত্র

রোধের উষ্ণতা সহগ

বিদ্যুৎ প্রবাহে তাপ উৎপন্ন হয় কেন-ব্যাখ্যা কর

আপেক্ষিক রোধ

1A প্রবাহের সংজ্ঞা

কার্শফের সূত্র

শান্ট গ্যালভানোমিটারের কীভাবে রক্ষা করে

অভ্যন্তরীণ রোধের ভূমিকা।

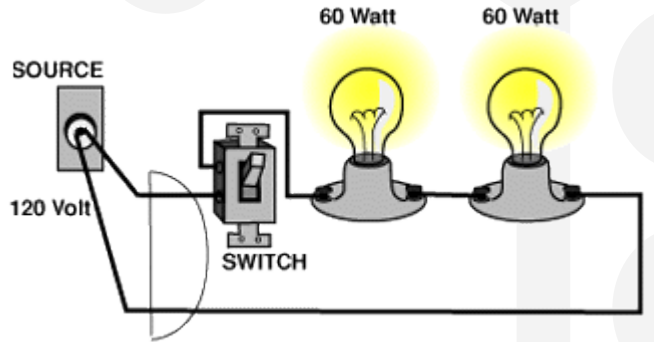
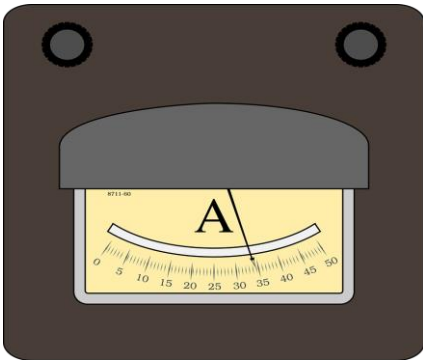
কার্শফের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে

নিরাপত্তার ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু না ব্যবহার করার কারণ

ভোল্টমিটারকে সমান্তরালে যুক্ত করার কারণ ব্যাখ্যা

অ্যামিটারকে সিরিজে যুক্ত করা হয় কেন

তাপমাত্রার সাথে রোধ পরিবর্তিত হয় কেন



চল তড়িৎ

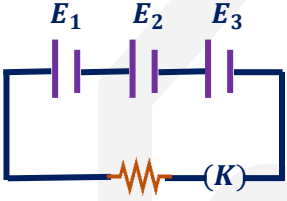
গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- তাপমাত্রা, উপাদান ও দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে পরিবাহী তারের রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক।
- একটি তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করলে এবং প্রস্থচ্ছেদ-এর ক্ষেত্রফল অর্ধেক করলে এর রোধ চারগুণ হবে।
- আপেক্ষিক রোধ নির্ভর করে পরিবাহীর উপাদানের ওপর এবং তাপমাত্রার ওপর।
- তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহীর পরিবাহকত্ব কমে যায়।
- আয়তনের ওপর পরিবাহীর রোধ নির্ভর করে না।
- হুইটস্টোন ব্রীজ নীতির ওপর নির্ভর করে পোস্ট অফিস বক্স ও মিটার ব্রীজ তৈরি করা হয়।
- পোটেনশিওমিটারের সাহায্যে কোষের তড়িৎচালক শক্তি ও অভ্যন্তরীণ রোধ নির্ণয় করা হয়।
- হুইটস্টোন ব্রীজে সাম্যাবস্থা বিঘ্নিত হবার কারণ- (ক) যখন পরিবর্তিত রোধের গ্যালভানোমিটার ব্যবহার করা হয়। (খ) যখন তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক বলের মান পরিবর্তিত হয়। (গ) যখন গ্যালভানোমিটার ও তড়িৎ কোষের অবস্থানের বিনিময় হয়।
- $\frac{S+G}{S}$ রাশিটি শান্টের ক্ষমতা গুণক নামে পরিচিত।
- একটি তারের রোধ $r \Omega$, তারটিকে টেনে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে এর রোধ হবে $4r \Omega$ ।
- টিন ও সীসার মিশ্রণে ফিউজ তৈরি করা হয়।
- ও'মের সূত্রের স্বাধীন চলক হচ্ছে বিভব পার্থক্য।
- ও'মের সূত্রানুসারে $I-V$ লেখচিত্রটি মূল বিন্দুগামী সরলরেখা হবে না জার্মেনিয়ামের ক্ষেত্রে।
- বিভব পার্থক্য অপরিবর্তিত রেখে রোধ দ্বিগুণ করলে তড়িৎ প্রবাহ অর্ধেক হবে।
- কিলোওয়াট ঘণ্টা (KWh) শক্তির একক।

চল তড়িৎ

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- দুটি তড়িৎবাহী সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যে ত্রিযাশীল বলের ক্ষেত্রে-
(ক) প্রবাহ দুটি সমমুখী হলে পরিবাহী দুটি পরস্পরকে আকর্ষণ করে।
(খ) প্রবাহ বিপরীতমুখী হলে পরিবাহীদ্বয় পরস্পরকে বিকর্ষণ করে।
- একটি তারকে দুই ভাগে ভাগ করা হলে -
(১) উপাদান একই থাকে।
(২) আপেক্ষিক রোধ একই থাকে।



এই বর্তনীর ক্ষেত্রে ব্যাটারীর তুল্য তড়িচ্চালক শক্তি $3E$ এবং মূল তড়িৎ প্রবাহের মান $I = \frac{3E}{R+3r}$ ।

- তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহকত্ব হ্রাস পায়।
- রোধাঙ্ক নির্ভর করে পদার্থের প্রকৃতির ওপর।
- পরিবাহীর রোধ ও প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকা অবস্থায় প্রবাহমাত্রা এক-তৃতীয়াংশ করলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ হবে $\frac{1}{9}$ গুণ।
- চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বাড়ানো যায়- (১) তড়িৎ প্রবাহ বাড়িয়ে (২) সলিনয়েডের প্যাচ সংখ্যা বাড়িয়ে।
- অ্যালুমিনিয়ামের উষ্ণতা সহগ $3.9 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ ।
- চার্জ প্রবাহের হার পরিমাপের একক অ্যাম্পিয়ার।
- সিলিকন পদার্থের রোধের উষ্ণতা সহগের মান ঋণাত্মক।
- নির্দিষ্ট সময় ধরে নির্দিষ্ট পরিবাহকে তড়িৎ প্রবাহিত করলে সৃষ্ট তাপের পরিমাণ হবে প্রবাহিত তড়িৎের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।
- বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদের কোনো পরিবাহীর ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে রোধ হবে চারগুণ।
- কিশফের লুপ উপপাদ্যটি হলো- শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি।
- রোধ তড়িৎ প্রবাহের উপর নির্ভর করে না।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

১) অপবর্তন কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৯; দি. বো. '১৫, ১৯; সকল বোর্ড '১৮]

উ: কোনো প্রতিবন্ধকের ধার ঘেঁষে বা সরু ছিদ্রের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় আলো কিছুটা বেঁকে যাওয়ার ঘটনাই অপবর্তন।

২) আলোর ব্যতিচার কী?

[কু. বো. '১৯; চ, বো. '১৬; দি. বো. '১৫]

উ: দুটি সুসঙ্গত উৎস হতে নিঃসৃত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গ কোনো মাধ্যমের একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একই সাথে গমন করলে তরঙ্গ দুটির উপরিপাতনের ফলে বিন্দুটি কখনও কখনও খুব উজ্জ্বল ও কখনও কখনও অন্ধকার দেখায়। আলোকের এ ঘটনাই আলোর ব্যতিচার।

৩) গ্রেটিং ধ্রুবক কাকে বলে?

[কু. বো. '১৯]

উ: গ্রেটিং এর একটি চিরের শুরু থেকে পরবর্তী চিরের শুরু পর্যন্ত দূরত্বকে গ্রেটিং ধ্রুবক বলে।

৪) তরঙ্গ মুখ কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৬, ১৫]

উ: কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পন্ন কণাগুলোর সম্ভারপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

৫) হাইগেনসের নীতি বিবৃতি কর।

[কু. বো. '১৫; ব. বো. '১৭]

উ: কোনো একটি তরঙ্গমুখের ওপর অবস্থিত প্রতিটি বিন্দু কম্পন বা আন্দোলনের এক একটি উৎস হিসেবে বিবেচিত হয়। ওই গৌণ উৎসগুলো হতে সৃষ্ট তরঙ্গমালা মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যে কোনো সময়ে ওই সব গৌণ তরঙ্গমালাকে স্পর্শ করে একটি তল অংকন করলে ওই তলই ওই সময়ের তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

৬) অপবর্তন গ্রেটিং কী?

[য. বো. '১৫]

উ: অপবর্তন সৃষ্টির জন্য একটি বিশেষ পত্ৰ বা উপায়ের নামই অপবর্তন গ্রেটিং। অনেকগুলো সমপ্রস্থ রেখাছিদ্র পাশাপাশি স্থাপন করে অপবর্তন গ্রেটিং গঠন করা হয়।

৭) আলোর সমবর্তন কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৭; য. বো. '১৬, সি. বো. '১৫; ব. বো. '১৭]

উ: যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে।

৮) তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ কী?

[সি. বো. '১৭]

উ: তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ হলো শূন্যস্থান দিয়ে আলোর দ্রুতিতে গতিশীল তড়িৎ ও চুম্বকীয় আলোড়ন, যাতে তড়িৎ ও চুম্বক ক্ষেত্র পরস্পর লম্ব এবং এরা উভয়ে তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখের সাথে লম্ব বরাবর থাকে।

৯) পয়েন্টিং ভেক্টর কাকে বলে?

[ঢাকা সিটি কলেজ, ঢাকা]

উ: কোনো তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গের গতি পথে লম্বভাবে স্থাপিত কোনো একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তাকে পয়েন্টিং ভেক্টর বলে।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

১০) ম্যালেসের সূত্রটি লিখ।

[মৌলভীবাজার সরকারি কলেজ, মৌলভীবাজার]

উ: বিশ্লেষকের মধ্য দিয়ে সমবর্তিত আলো গমনের ফলে এর তীব্রতা সমবর্তন ও বিশ্লেষকের নিঃসরণ তলের মধ্যবর্তী কোণের cosine- এর বর্গের সমানুপাতিক।

১১) ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার কাকে বলে?

[রংপুর সরকারি মহিলা কলেজ, রংপুর]

উ: দুটি উৎস হতে সমান কম্পাংক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে অন্ধকার বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার বলে।

১২) প্রতিসরণের ১ম সূত্র বিবৃতি কর।

উ: আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিসৃত রশ্মি একই সমতলে অবস্থান করে।

১৩) প্রতিসরণের ২য় সূত্র বিবৃতি কর।

উ: এক জোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোক রশ্মির জন্য আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইন-এর অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। একে μ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর নাম প্রতিসরাঙ্ক।

১৪) সমবর্তন কোণ কাকে বলে?

উ: কোনো প্রতিফলক মাধ্যমে আপতন কোণের যে সুনির্দিষ্ট মানের জন্য সমবর্তন সর্বাধিক হবে সেই আপতন কোণকে সমবর্তন কোণ বলে।

১৫) দ্বৈত প্রতিসরণ কাকে বলে?

উ: এমন কতকগুলো কেলাস আছে যাদের মধ্য দিয়ে আলোক রশ্মি গমন করলে এটি দুটি প্রতিসৃত রশ্মিতে বিভক্ত হয়। এই পদ্ধতিকে দ্বৈত প্রতিসরণ বলে।

১৬) ব্যতিচার ঝালর কাকে বলে?

উ: সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়। ফলে কোনো তলে বা পর্দায় অনেকগুলো পরস্পর সমান্তরাল উজ্জ্বল ও অন্ধকার রেখা পাওয়া যায়। এই উজ্জ্বল ও অন্ধকার রেখা বা ডোরাগুলোকে আলোকের ব্যতিচার ঝালর বলে।

১৭) ফ্রেনেল শ্রেণি অপবর্তন কাকে বলে?

উ: যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অল্প দূরত্বের মধ্যে অবস্থান করে তখন ওই বাধার দরুন পর্দায় আলোকের যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রেনেল শ্রেণি অপবর্তন বলে।

১৮) ফ্রনহফার শ্রেণি অপবর্তন কাকে বলে?

উ: যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অসীম দূরত্বে অবস্থান করে তখন ওই বাধার দরুন পর্দায় যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রনহফার শ্রেণি অপবর্তন বলে।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

১৯) সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কাকে বলে?

উ: কোনো ধাতুর খন্ডের ওপর ন্যূনতম যে দৈর্ঘ্যের তড়িচ্চুম্বকীয় বিকিরণ আপতিত হলে ইলেকট্রন অবমুক্ত হয়, তাকে সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

২০) অপবর্তনের শর্ত দুটি বিবৃতি কর।

উ: (ক) খাড়া ধারের ক্ষেত্রে : ধার খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে এবং এর প্রস্থ আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ -এর সমান বা কাছাকাছি মানের হতে হবে।

(খ) সরু ছিদ্রের ক্ষেত্রে : ছিদ্র খুবই সরু হতে হবে যাতে এর ব্যাস তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান বা কাছাকাছি মানের হয়।

২১) আলোর ব্যতিচার কাকে বলে?

উ: একই রং-এর সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গ কোনো মাধ্যমের কোনো একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একই সঙ্গে গমন করলে তরঙ্গ দুটির উপরিপাতনের ফলে বিন্দুটি কখনো খুব উজ্জ্বল ও কখনো কখনো অন্ধকার দেখায়। এই ঘটনাকে আলোর ব্যতিচার বলে।

২২) সমবর্তিত আলোক কাকে বলে?

উ: একটি তলে কিংবা এর সমান্তরাল তলে কম্পমান আড় তরঙ্গবিশিষ্ট আলোককে সমবর্তিত আলোক বলে।

২৩) অসমবর্তিত আলোক কাকে বলে?

উ: যে আলোকের কণাগুলোর কম্পন গতিপথের লম্ব অভিমুখে চারদিকে সমান বিস্তারে কম্পিত হয় তাকে অসমবর্তিত বা সাধারণ আলোক বলে।

২৪) কম্পন তল কাকে বলে?

উ: কোনো তরঙ্গের কণাসমূহ যে সমতলে কম্পিত হয় তাকে কম্পন তল বলে।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

অনুধাবনমূলক

১) ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের ব্যবধান স্বল্প হওয়া প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, ডোরা প্রস্থ, $\Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$ বা $\Delta x \propto \frac{1}{a}$ যখন λ, D স্থির। অর্থাৎ ডোরা প্রস্থ চিড়দ্বয়ের ব্যবধানের ব্যস্তানুপাতিক। এ কারণে চিড়দ্বয়ের ব্যবধান যত কম হয় ডোরা প্রস্থ তত বড় হয় ফলে ডোরা তত স্পষ্ট দেখা যায়। তাই ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের ব্যবধান স্বল্প রাখা হয়।

২) বেগুনী আলোর শক্তি লাল আলোর চেয়ে বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, আলো ফোটন আকারে নিঃসৃত হয় এবং ফোটনের শক্তি, $E = h\nu$ বা $E \propto \nu$ অর্থাৎ আলো তথা ফোটনের শক্তি এর কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক। আমরা জানি, বেগুনি আলোর কম্পাঙ্ক লাল আলো অপেক্ষা বেশি। ফলে উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে বেগুনি আলোর শক্তি লাল আলোর চেয়ে বেশি।

৩) অসীম দূরত্বে অবস্থিত বস্তুর আকার অত্যন্ত ছোট হয় কেন?

[য. বো. '১৯]

উ: বীক্ষণ কোণের জন্য অসীম দূরে অবস্থিত বস্তুর আকার অত্যন্ত ছোট হয়। একটি বস্তু কত বড় বা ছোট দেখাবে তা নির্ভর করে বীক্ষণ কোণের উপর। আমরা জানি, $b = a\theta$ । কিন্তু রেটিনা হতে চক্ষু লেন্সের দূরত্ব a নির্দিষ্ট হওয়ায় $b \propto \theta$ । অর্থাৎ θ এর মান যত ক্ষুদ্র হয় b এর মানও তত ক্ষুদ্র হয়। অতএব বলা যায় যে, অসীম দূরত্বে θ এর মান অত্যন্ত ক্ষুদ্র হওয়ায় বস্তুর আকার অত্যন্ত ছোট হয়।

৪) একই আকারের কাছের বস্তু অপেক্ষা দূরের বস্তুকে ছোট দেখি কেন- ব্যাখ্যা কর

[ব. বো. '১৯]

উ: দূরের জিনিস ছোট দেখার কারণ উত্তল লেন্সে লক্ষ্যবস্তু লেন্স থেকে যত দূরে হবে উত্তল লেন্স লক্ষ্যবস্তুর তত ছোট বিম্ব গঠন করে। মানুষের চোখের লেন্স উত্তল প্রকৃতির তাই চোখের লেন্সে দূরের বস্তুর খর্বিত এবং উল্টো বিম্ব গঠন করে তাই দূরের জিনিস ছোট দেখা যায়।

৫) আলোর ব্যতিচারে সুসঙ্গত উৎসের প্রয়োজন কেন?

[সকল বোর্ড. '১৮]

উ: স্থায়ী দশাপার্থক্য ও সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক নির্গমনকারী দুটি আলোক উৎসকে পরস্পরের সুসঙ্গত উৎস বলা হয়। দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতন ঠিক সমদশায় বা বিপরীত দশায় না হলে, উপরিপাতন বিন্দুটিতে একবার সমদশায় পরস্পরে আবার বিপরীত দশায় মিলিত হওয়ায় বিন্দুটি একবার উজ্জ্বল পরস্পরে অন্ধকার হবে এবং সেটা এতো দ্রুত ঘটে (10^{-8} s) যে, দর্শনাভূতির স্থায়িত্বকালের (10^{-1} s) মধ্যে ঘটার কারণে আমরা ব্যতিচার ডোরা না দেখে সমভাবে আলোকিত সাধারণ উজ্জ্বলতাই দেখতে পাব। তাই স্থায়ী ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য সুসঙ্গত উৎস অপরিহার্য।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

অনুধাবনমূলক

৬) ইয়ং-এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যতিচার ঝালরের কেন্দ্রীয় পট্টির প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর।

[সকল বোর্ড '১৮]

উ: ইয়ং-এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় ব্যতিচার ঝালরের কেন্দ্রীয় পট্টিটি উজ্জ্বল হয়। এর উজ্জ্বল্য অন্যান্য উজ্জ্বল ডোরার চেয়ে বেশি হয়। কেন্দ্রীয় পট্টিটি সৃষ্টিকারী লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার অন্যান্য উজ্জ্বল ডোরা সৃষ্টিকারী লব্ধি তরঙ্গ অপেক্ষা বেশি হওয়ায় এর উজ্জ্বল্য অন্যান্য উজ্জ্বল পট্টি অপেক্ষা বেশি হয়।

৭) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমবর্তন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৭]

উ: যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে। আবার যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে কম্পন গতিপথের লম্ব অভিমুখে থাকার কারণে তা চারদিকে সমান বিস্তারে কম্পিত হয় ফলে এর সমবর্তন ঘটে না।

৮) “প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসংগত নয়”-ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৬]

উ: দুটি উৎস থেকে সমদশায় বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যের একই তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃসৃত হলে তাদের সুসংগত উৎস বলে। প্রকৃতিতে যেকোন একটি উৎসের পরমাণু কর্তৃক নিঃসৃত আলোক তরঙ্গ অন্য উৎসের উপর কোনোভাবেই নির্ভর করে না। তাই দুটি ভিন্ন উৎস থেকে নির্গত দুটি আলাদা আলোক তরঙ্গ একটি নির্দিষ্ট দশা বজায় রাখতে পারে না। এজন্য প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসংগত নয়।

৯) কাঁচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে কি বুঝ?

[ঢা. বো. '১৬]

উ: আলোক রশ্মি এক বছরে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে আলোক বৎসর বলে। কাঁচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে বোঝায় কাঁচে আলোক রশ্মি এক বৎসরে 6.27×10^{12} km দূরত্ব অতিক্রম করে।

১০) উড্ডয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৫]

উ: আমরা জানি, উড্ডয়মান উড়োজাহাজ মেঘের উপর দিয়ে চলাচল করে। ফলে এর ছায়া ভূমিতে পড়ার পূর্বেই তা মেঘের উপর পড়ে। যা মেঘ ভেদ করে আর মাটিতে আসে না, এজন্যই উড্ডয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না।

১১) আলোর দ্বৈত প্রতিসরণ ব্যাখ্যা কর।

[রংপুর সরকারি কলেজ, রংপুর]

উ: কিছু কিছু কেলাস আছে যাদের মধ্যে আলোক রশ্মি গমন করলে তা দুটো অংশে বিভক্ত হয় একে আলোর দ্বৈত প্রতিসরণ বলে এবং কেলাসগুলোকে দ্বৈত প্রতিসরাংক কেলাস বলে। দুটো চলে আলোকরশ্মির মধ্যে যেটি আলোর প্রতিসরণের সূত্র মেনে চলে তাকে সাধারণ রশ্মি বলে এবং যেটি প্রতিসরণের সূত্র মেনে চলে না তাকে অসাধারণ রশ্মি বলে।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

অনুধাবনমূলক

১২) উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরা সৃষ্টির শর্ত লেখ।

[জালালাবাদ ক্যান্ট. পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

উ: যেসব বিন্দুতে উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক অর্থাৎ পথ পার্থক্য $= 2n\frac{\lambda}{2}$, যেখানে $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ইত্যাদি যেসব বিন্দুতে উজ্জ্বল ডোরার সৃষ্টি হবে।

আবার, যেসব বিন্দুতে উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক অর্থাৎ পথ পার্থক্য $= (2n + 1)\frac{\lambda}{2}$, যেখানে $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ইত্যাদি যেসব বিন্দুতে অন্ধকার ডোরা সৃষ্টি হবে।

১৩) পয়েন্টিং ভেক্টরের দিক তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের দিকে হলেও মান ভিন্ন- ব্যাখ্যা কর।

[রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

উ: পরিবর্তনশীল তড়িৎক্ষেত্র ভেক্টর ও চৌম্বক ক্ষেত্র ভেক্টর পরস্পর সমকোণে স্পন্দিত হলে এদের উভয়ের সাথে লম্বভাবে একটি তরঙ্গ শূন্য মাধ্যমে $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ বেগে সঞ্চালিত হয়, ঐ তরঙ্গকে তাড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে। এটি এক স্থান হতে অন্যস্থানে শক্তি বহন করতে পারে। আর পয়েন্টিং ভেক্টর হলো তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গের গতিপথে লম্বভাবে স্থাপিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তার পরিমাণ।

এই কারণে পয়েন্টিং ভেক্টরের দিক তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গের দিকে হলেও মান ভিন্ন।

নিজে কর

- ১) ফ্রনহফার শ্রেণির ও ফ্রেলেন শ্রেণির অপবর্তনের জন্য দুটি পার্থক্য লেখ।
- ২) একটি সমতল অপবর্তন গ্রেটিং-এর গ্রেটিং ধ্রুবক 0.000143 cm বলতে কী বুঝ?
- ৩) উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরার সৃষ্টির শর্ত লিখ।
- ৪) আলোক তরঙ্গ সমবর্তন হয় কিন্তু শব্দ তরঙ্গের সমবর্তন হয় না কেন?
- ৫) ব্যতিচার ঝালর বলতে কী বুঝ?
- ৬) সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং বলতে কী বুঝ?
- ৭) গ্রেটিং-এর দুটি ব্যবহার লেখ।
- ৮) আলোকের বর্ণালি উৎপত্তির কারণগুলো লেখ।



ভৌত আলোকবিজ্ঞান

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ	সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য	তরঙ্গ মুখ।
হাইগেনস এর নীতি	আলোর ব্যতিচার	গঠনমূলক, ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার
কোন উৎসই সুসঙ্গত নয় কেন	আলোর ব্যতিচারে সুসঙ্গত উৎস জরুরি কেন	উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরা সৃষ্টির শর্ত
উদ্ভয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না	ডোরা ব্যবধান ও ডোরার গ্রন্থ	ব্যতিচারের পথে পুরু, কাচ রাখলে কী হবে
অপবর্তন	চিড়ধয়ের ব্যবধান ক্ষুদ্র হতে হয় কেন	সমাবর্তন

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- আলো এক প্রকার তড়িৎচুম্বক তরঙ্গ। তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ লম্বিক তরঙ্গ না অনুপ্রস্থ তরঙ্গ তা সমবর্তন পরীক্ষা থেকে জানা যায়।
- তড়িৎ চৌম্বক বর্ণালিতে অবলোহিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি।
- আলোক হলো বিকিরণ কোয়ান্টা, ফোটন কণা। ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3000 \AA এবং কম্পাঙ্ক 10^{15} Hz ।
- হাইগেনের তরঙ্গমুখ গঠনের তত্ত্ব দিয়ে বর্ণালির উৎপত্তির ব্যাখ্যা করা যায় না।
- দৃশ্যমান বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিমাণ $4 \times 10^{-7} \text{ m} - 7 \times 10^{-7} \text{ m}$ এবং শক্তি পাল্লা $(2 - 3) \text{ eV}$ হয়।
- আলোর কম্পন বলতে বোঝায়- (i) \vec{E} এর কম্পন (ii) \vec{B} এর কম্পন (iii) \vec{E} ও \vec{B} এর মধ্যবর্তী কোণ 90° ।
- তিনটি বর্ণের জন্য $\lambda_R > \lambda_O > \lambda_V$ ।
- ব্যতিচার এক ধরনের উপরিপাতন। শব্দ তরঙ্গের পোলারণ সম্ভব না।
- সমবর্তন নামক আলোকীয় ঘটনা মাধ্যমের পরিবর্তনের কারণে প্রভাবিত হয় না।
- সূর্যের আলোর তরঙ্গগুলোর আকৃতি সমতল, সমবর্তন ঘটে আড় তরঙ্গে।
- মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষায় ইথারের অস্তিত্ব ভুল প্রমাণিত হয়।
- একক চিড়ের দরুন অপবর্তনের ক্ষেত্রে অবমের শর্ত হলো $d \sin \theta = (2n)\lambda/2$ । আবার ফ্রনহফার অপবর্তনের জন্য আপতিত আলোক তরঙ্গমুখ হতে হবে সমতল।
- তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে ঘটে ব্যতিচার।
- তরঙ্গমুখে কণাগুলোর দশা পার্থক্য 0° ।
- α -কণা তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ নয়।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

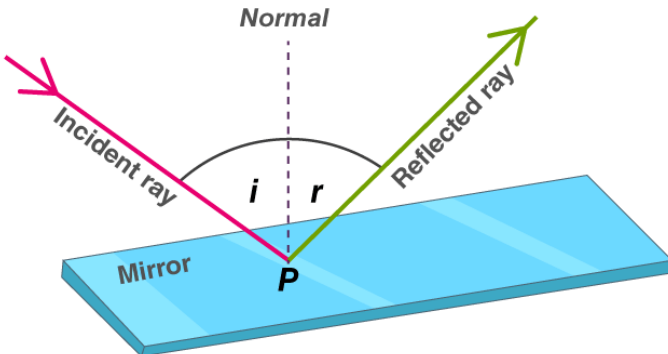
গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- পথ পার্থক্য দশা পার্থক্যের $\frac{\lambda}{2\pi}$ গুণ। সম্পর্কটি হলো : $\frac{\delta}{\lambda} = \frac{\sigma}{2\pi}$; এখানে σ = দশা পার্থক্য, δ = পথ পার্থক্য।
- গঠনমূলক ব্যতিচারের জন্য পথ পার্থক্য $n\lambda$ । আর ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের জন্য পথ পার্থক্য $(2n + 1)\lambda/2$ ।
- Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী X-ray শক্তি = $2 \times 10^{15} \text{ J}$ ।
- ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব ক্রমান্বয়ে বাড়ালে ডোরা প্রসঙ্গ ক্রমান্বয়ে কমবে।
- মাইকেলসন-মর্লি পরীক্ষা ইথার তত্ত্বকে বর্জন করে।
- বেতার তরঙ্গ, দৃশ্যমান আলো, X-ray তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ।
- যে স্থানে আলোর তীব্রতা কম সেখানে সংঘটিত হয়- ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার।
- একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর পথ পার্থক্য $\frac{\pi}{4}$, দশা পার্থক্য হবে $\frac{\pi}{2}$ । আবার একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে দশা π পার্থক্য হলে বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এবং একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$ হলে বিন্দুদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\pi}{4}$ । আবার পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ হলে দশা পার্থক্য হবে π ।
- দুটি চিড়ের ব্যবধান a ও চিড় হতে পর্দার দূরত্ব D হলে ব্যতিচার ঝালরে পরপর দুটি উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরার ব্যবধান হবে $\Delta x = \frac{D}{a} \times \lambda$ ।
- আলোর ব্যতিচারের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য- (i) একাধিক তরঙ্গমুখ (ii) পথ পার্থক্য (iii) সুসঙ্গত আলোক উৎস।
- দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়গুলোর দূরত্ব অর্ধেক এবং চিড় ও পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে ডোরা প্রস্থ চারগুণ হবে।
- আলোর তরঙ্গ তত্ত্বের প্রবক্তা হাইগেন, কণা তত্ত্বের প্রবর্তক নিউটন।
- আলোর কোয়ান্টাম তত্ত্ব আবিষ্কার করেন প্ল্যাঙ্ক।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- ফ্রনহোফার শ্রেণির অপবর্তন সৃষ্টি করা যায় - (i) গ্রেটিং দ্বারা (ii) একক চিড় দ্বারা (iii) যুগ্ম চিড় দ্বারা।
- সুসঙ্গত উৎসের ক্ষেত্রে - (i) উৎস দুটি ক্ষুদ্র হবে (ii) উৎস হতে সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তরঙ্গ নির্গত হবে (iii) তরঙ্গদ্বয় সমদশাসম্পন্ন বা নির্দিষ্ট দশায় থাকবে।
- কাচে অসমবর্তিত আলো 57.5° কোণে আপতিত হলে প্রতিফলিত রশ্মি সমবর্তিত হয়।
- একই তরঙ্গমুখের বিভিন্ন অংশ হতে নির্গত গৌণ তরঙ্গমুখের উপরিপাতনের ফলে সৃষ্টি হয় অপবর্তন।
- ফ্রনহোফার শ্রেণির অপবর্তনে আলোক রশ্মিসমূহ ও তরঙ্গমুখ যথাক্রমে সমান্তরাল ও সমতল হয়।
- গ্রেটিং ব্যবহৃত হয় - (i) আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়ে (ii) একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি বর্ণালি রেখা পৃথক করতে (iii) তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সাপেক্ষে অপবর্তন কোণের পরিবর্তনের হার নির্ণয়ে।
- ব্যতিচারের ক্ষেত্রে অন্ধকার ডোরা সৃষ্টি হবে যখন - (i) দশা পার্থক্য π এর অযুগ্ম গুণিতক হয় (ii) প্রাবল্য সর্বনিম্ন হয়।
- ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উজ্জ্বল ডোরা সৃষ্টি হবে যখন - (i) দশা পার্থক্য π এর যুগ্ম গুণিতক হয় (ii) তরঙ্গদ্বয়ের প্রাবল্য সর্বোচ্চ হয়।
- একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{5\lambda}{4}$ । বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$ ।
- একটি আলপিনের প্রতিবিম্ব ফেললে তীক্ষ্ণ শীর্ষের প্রতিবিম্ব পাওয়া না যাবার কারণ অপবর্তন।



আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

জ্ঞানমূলক

১) সূচন কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৯]

উ: আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্কের যে ন্যূনতম মানের জন্য ধাতব পৃষ্ঠ হতে ইলেকট্রন নির্গত হতে পারে সেই কম্পাঙ্কে সূচন কম্পাঙ্ক বলে।

২) আলোক তড়িৎ ক্রিয়া কাকে বলে? [রা. বো. '১৬; চ. বো. '১৫; কু. বো. '১৫; সি. বো. '১৫]

উ: উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোকরশ্মি কোনো ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়, এ ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলে।

৩) কাল দীর্ঘায়ন কাকে বলে?

[রা. বো. '১৫; য. বো. '১৬; ব. বো. '১৫; দি. বো. '১৭]

উ: কোনো পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে গতিশীল অবস্থায় সংঘটিত দুটি ঘটনার মধ্যবর্তী কাল ব্যবধান ঐ পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে নিশ্চল অবস্থায় সংঘটিত ঐ একই ঘটনাদ্বয়ের মধ্যবর্তী কাল ব্যবধানের চেয়ে বেশি হবে, এ ঘটনাকে কাল দীর্ঘায়ন বলে।

৪) ফটোইলেকট্রন কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৯]

উ: যথাযথ উচ্চ কম্পাঙ্কের আলোক রশ্মি, কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়, এই ইলেকট্রনকে ফটোইলেকট্রন বলে।

৫) দৈর্ঘ্য সংকোচন কাকে বলে?

[য. বো. '১৯; চ. বো. '১৬]

উ: কোনো বস্তুর গতিশীল অবস্থার দৈর্ঘ্য, ওই বস্তুর স্থির অবস্থার দৈর্ঘ্যের চেয়ে ছোট হওয়াকে দৈর্ঘ্য সংকোচন বলে।

৬) ফোটন কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৭; ব. বো. '১৯]

উ: কোনো বস্তু থেকে আলো বা কোনো শক্তির নিঃসরণ নিরবচ্ছিন্নভাবে হয় না। শক্তি বা বিকিরণ ছিন্ধায়িত অর্থাৎ গুচ্ছ গুচ্ছ আকারে প্যাকেট বা কোয়ান্টাম হিসেবে নিঃসৃত হয়। আলো তথা যেকোনো বিকিরণ অসংখ্য বিকিরণ কোয়ান্টাম সমষ্টি। আলোর এই কণা বা প্যাকেট বা কোয়ান্টামকে ফোটন বলে।

৭) জড় কাঠামো কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৬]

উ: যে সব প্রসঙ্গ কাঠামোতে জড়তার সূত্র এবং নিউটনের গতির প্রথম সূত্র প্রযোজ্য হয় তাকে জড় কাঠামো বা জড়তার কাঠামো বলে।

৮) গ্যালিলীয় রূপান্তর কী?

[কুষ্টিয়া সরকারি মহিলা কলেজ, কুষ্টিয়া]

উ: চিরায়ত পদার্থবিজ্ঞানের যেসব সমীকরণ পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল দুটি প্রসঙ্গ কাঠামোর সময় ও স্থানাক্ষের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে তাদের গ্যালিলীয় রূপান্তর বলা হয়।

৯) নিবৃত্তি বিভব কাকে বলে?

উ: ক্যাথোড প্লেটের সাপেক্ষে অ্যানোড প্লেটে যে ন্যূনতম ঋণ বিভব দিলে আলোক তড়িৎ প্রবাহমাত্রা সদ্য বন্ধ হয়ে যায় সেই বিভবই নিবৃত্তি বিভব।

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

জ্ঞানমূলক

১০) অজড় কাঠামো কাকে বলে?

উ: যে কাঠামোতে জড়তার সূত্র এবং নিউটনের গতির প্রথম সূত্র প্রযোজ্য হয় না, তাকে অজড় কাঠামো বলে।

১১) নিউটনীয় বা চিরায়ত বলবিদ্যার মৌলিক রাশিগুলো কী কী?

উ: (i) দেশ বা স্থান; (ii) সময় বা কাল ও (iii) ভর।

১২) আপেক্ষিকতা কাকে বলে?

উ: আইনস্টাইনের মতে স্থান, কাল এবং ভর এদের কোনোটিই নিরপেক্ষ বা পরম নয়, প্রত্যেকটি অন্য কিছুর সাপেক্ষে বিবেচিত হয়। কোনো বিষয় অন্য কোনো কিছুর সাপেক্ষে বিবেচিত হওয়াই আপেক্ষিকতা। আইনস্টাইনের এই তত্ত্বকে আপেক্ষিক তত্ত্ব বলা হয়।

১৩) 1 আলোক বর্ষ কাকে বলে?

উ: এক বছরে আলোক রশ্মি যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে 1 আলোক বর্ষ বলে।

১৪) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্র বিবৃতি কর।

উ: যদি কোনো কণার কোনো নির্দিষ্ট সময়ে অবস্থানের অনিশ্চয়তা Δx এবং ভরবেগের অনিশ্চয়তা Δp হয়, তবে এদের গুণফল প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবকের সমান বা বড় হবে। একেই হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্র বলে।

১৫) লরেঞ্জের রূপান্তর সূত্র বিবৃতি কর।

উ: যে রূপান্তর সূত্রে বিদ্যুৎ চুম্বকীয় সমীকরণ বিভিন্ন কাঠামোতে অভিন্ন থাকে, তাকে লরেঞ্জের রূপান্তর সূত্র বলে।

১৬) প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে?

উ: বস্তুর অবস্থান বা গতি বর্ণনার জন্য যে প্রসঙ্গ স্থানাঙ্ক নির্দেশ ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

১৭) ভরের আপেক্ষিকতা কী?

উ: দৈর্ঘ্য ও সময়ের মত বস্তুর ভর ও গতিশীলতার উপর নির্ভরশীল; তত্ত্বানুসারে বস্তুর ভর বেগের সাথে বৃদ্ধি পায়।

১৮) ভর-শক্তির সম্পর্ক কী?

উ: আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্বের সাহায্যে আইনস্টাইন বস্তুর ভর ও শক্তির মধ্যে নিম্নরূপ সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করেন : $E = mc^2$, এখানে E = শক্তি ; m = বস্তুর ভর এবং c = আলোর বেগ।

১৯) প্ল্যাঙ্ক-এর কোয়ান্টাম তত্ত্ব বিবৃতি কর।

উ: কোনো বস্তু হতে শক্তির বিকিরণ বা বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে শক্তির বিনিময় নিরবচ্ছিন্নভাবে ঘটে না। তেজশক্তি বিচ্ছিন্নভাবে খণ্ড খণ্ড আকারে এক একটি প্যাকেটে নির্গত বা শোষিত হয়।

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

জ্ঞানমূলক

২০) লরেঞ্জ রূপান্তরের সূত্রের স্বীকার্য-১ বিবৃতি কর।

উ: পদার্থবিদ্যার সূত্রগুলো সকল অভ্যন্তরীণ কাঠামোয় অভিন্ন থাকে; তবে কাঠামোগুলোকে পরস্পরের সাপেক্ষে সমবেগে গতিশীল থাকতে হবে।

২১) লরেঞ্জ বল কাকে বলে?

উ: কোনো তড়িতাধান (চার্জ) একই সঙ্গে তড়িৎ ক্ষেত্র এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের ভেতর দিয়ে গেলে মোট যে বল অনুভব করে, তাকে লরেঞ্জ বল বলে।

২২) লরেঞ্জ রূপান্তরের সূত্রের স্বীকার্য-২ বিবৃতি কর।

উ: শূন্যস্থানে আলোর বেগ সর্বদা ধ্রুব থাকে, এটি একটি অভ্যন্তরীণ কাঠামো হতে অন্যটিতে রূপান্তরিত হলেও মান অপরিবর্তিত থাকে এবং আলোর এই বেগ $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ । এ মান দর্শকের স্থিতি বা গতিশীলতার ওপর নির্ভর করে না।

২৩) আলোক তড়িৎ কাকে বলে?

উ: ধাতব পদার্থ হতে নির্গত ইলেকট্রন প্রবাহিত হওয়ার ফলে যে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় তাকে আলোক তড়িৎ বলা হয়।

২৪) আলোক তড়িৎ প্রবাহ কাকে বলে?

উ: নির্গত ইলেকট্রন প্রবাহের ফলে যে বিদ্যুৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাকে আলোক তড়িৎ প্রবাহ বলে।

২৫) আলোক তড়িৎ নির্গমনের ১ম সূত্র বিবৃতি কর।

উ: আলোক তড়িৎ নির্গমন একটি তাৎক্ষণিক ঘটনা।

২৬) তরঙ্গ কণা দ্বৈততা কী?

উ: সকল শক্তি তরঙ্গ সদৃশ এবং কণা সদৃশ উভয় ধর্ম প্রদর্শন করে। ইহাই তরঙ্গ কণা দ্বৈততা।

৩০) কার্য অপেক্ষক কাকে বলে?

উ: কোনো একটি ইলেকট্রনকে নিঃসারকের নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বন্ধন হতে মুক্ত করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদন করতে হয়, তাকে আলোক তড়িৎ কার্য অপেক্ষক বলে।

৩১) ডি-ব্রগলী তরঙ্গ কাকে বলে?

উ: প্রত্যেক চলমান পদার্থ কণার সাথে একটি তরঙ্গ যুক্ত থাকে। এই তরঙ্গকে ডি ব্রগলী তরঙ্গ বলে।

৩২) কম্পটন ক্রিয়া বা প্রভাব কাকে বলে?

উ: একবর্ণী এক্স রশ্মির বিক্ষেপণের দরুন বিক্ষিপ্ত বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য তথা কম্পাঙ্কের পরিবর্তন ঘটে। এ ক্রিয়াকে কম্পটন ক্রিয়া বা প্রভাব বলে।

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

অনুধাবনমূলক

১) কোনো বস্তুর বেগ ফোটনের বেগের সমান হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৯]

উ: ভরের আপেক্ষিকতা থেকে আমরা জানি,

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

যদি কোনো বস্তুর বেগ ফোটনের বেগের সমান হয় অর্থাৎ, $v = c$ হয় তবে এই সমীকরণ অনুসারে বস্তুর ভর অসীম হয়ে যায়। যা সম্ভব নয়। সুতরাং, কোনো বস্তু ফোটনের সমান বেগে চলতে পারে না।

২) ধাতুসমূহের সূচন কম্পাঙ্ক না থাকলে কী ঘটত ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৭]

উ: যে সর্বনিম্ন কম্পাঙ্কে ধাতব পাত থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয় তাই-ই হলো সূচন কম্পাঙ্ক। সূচন কম্পাঙ্ক না থাকলে ধাতব পাত থেকে ইলেকট্রন নির্গত হতো না, ফলে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সম্পন্ন হতো না।

৩) কোনো একটি ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.31 eV বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৬]

উ: কোন ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন তাকে ঐ ধাতুর কার্যাপেক্ষক বলে।

অর্থাৎ কোনো ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.31 eV বলতে বুঝায় ঐ ধাতু হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নিঃসৃত করতে ন্যূনতম 2.31 eV শক্তির ফোটনের প্রয়োজন হবে।

৪) ঘূর্ণনশীল কাঠামো জড় প্রসঙ্গ কাঠামো নয়- ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৬]

উ: পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল যে সকল প্রসঙ্গ, কাঠামোতে নিউটনের গতিসূত্র অর্জন করা যায় তাদেরকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলে। ঘূর্ণনশীল কাঠামোতে বস্তুর গতি হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটানোর জন্য মন্দন বা ত্বরণ সৃষ্টি হয় বলে বস্তু সমবেগে চলে না। এজন্য ঘূর্ণনশীল কাঠামো জড় প্রসঙ্গ কাঠামো নয়।

৫) একই বেগে গতিসম্পন্ন বা একই গতিশক্তি সম্পন্ন প্রোটন ও ইলেক্ট্রনের মধ্যে ইলেক্ট্রনের ডি'ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি কেন?

[চ. বো. '১৭]

উ: ডি'ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে আমরা জানি, $\lambda = \frac{h}{mv}$, যেখানে h প্লাংকের ধ্রুবক, m কণার ভর, v কণাটির বেগ।

যদি একই গতিসম্পন্ন প্রোটন ও ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে এই তরঙ্গদৈর্ঘ্য হিসাব করা হয়, তবে ইলেকট্রনের ভর প্রোটনের ভরের চেয়ে কম হওয়ার কারণে ডি'ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান প্রোটনের চেয়ে ইলেকট্রনের বেশি। কেননা, $\lambda \propto \frac{1}{v}$ ।

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

অনুধাবনমূলক

৬) ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.02468 \AA বলতে কী বুঝায়?

[ঢা. বো. '১৫]

উ: ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.02468 \AA বলতে বুঝায় কম্পটন ক্রিয়ায় আপতিত ইলেকট্রন এবং বিক্ষিপ্ত ইলেকট্রনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হয় 0.02468 \AA ।

৭) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক h এর মাত্রা সমীকরণ কী হবে?

[সি. বো. '১৫]

উ: প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

একক = joule-second

∴ মাত্রা = কাজের মাত্রা \times সময়ের মাত্রা

= বলের মাত্রা \times সরণের মাত্রা \times সময়ের মাত্রা

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

$[h] = ML^2T^{-1}$

৮) কোনো বস্তু আলোর সমান বেগে চলতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৯, ১৭]

উ: ভরের আপেক্ষিকতা থেকে আমরা জানি, $m = \sqrt{\frac{m_0}{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

যদি কোনো বস্তুর বেগ আলোর বেগের সমান হয় অর্থাৎ, $v = c$ হয় তবে সমীকরণ অনুসারে বস্তুর ভর অসীম হয়ে যায়। যা সম্ভব নয়। সুতরাং, কোনো বস্তু বেগ আলোর সমান বেগে চলতে পারে না।

৯) “কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল”- ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৭]

উ: যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোকরশ্মি কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়। এ ঘটনাকে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া বলে। আবার ন্যূনতম যে কম্পাঙ্কের চেয়ে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট আলো ঐ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে পারে না সে কম্পাঙ্কই সূচন কম্পাঙ্ক। অর্থাৎ সূচন কম্পাঙ্কে আলোকরশ্মি আপতিত হলেই শুধুমাত্র ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ঘটে। এজন্য কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল।

১০) সকল কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সম্পন্ন হয় না- ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৯]

উ: যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোকরশ্মি কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়। এ ঘটনাকে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া বলে। আবার ন্যূনতম যে কম্পাঙ্কের চেয়ে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট আলো ঐ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে পারে না সে কম্পাঙ্কই সূচন কম্পাঙ্ক। অর্থাৎ সূচন কম্পাঙ্কে আলোকরশ্মি আপতিত হলেই শুধুমাত্র ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ঘটে। এজন্য সকল কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সম্পন্ন হয় না।

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

অনুধাবনমূলক

১১) গ্যালিলিও রূপান্তর লরেঞ্জ রূপান্তরের একটি বিশেষ অবস্থা- ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৯]

উ: লরেঞ্জ রূপান্তর সমীকরণসমূহ :

$$x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$
$$y' = y; z' = z$$
$$t' = \frac{t-\frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

যদি $v \ll c$ হয় তখন $\frac{v}{c} = 0$

সুতরাং লরেঞ্জ রূপান্তর সমীকরণগুলো দাঁড়ায়

$$x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-0}} = x - vt$$

$$y' = y; z' = z; t' = t$$

যা আসলে গ্যালিলীয় রূপান্তর সমীকরণ

∴ গ্যালিলীয় রূপান্তর লরেঞ্জ রূপান্তরের এক বিশেষ অবস্থা।

১২) বড় বস্তুর তরঙ্গ বৈশিষ্ট্য অস্পষ্ট কেন ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৯]

উ: বড় বস্তুর তরঙ্গ বৈশিষ্ট্য অস্পষ্ট থাকে কারণ, বড় বস্তুর ডি-ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য অনেক ক্ষুদ্র।

আমরা জানি, ডি-ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{h}{p}$; যেখানে $h =$ প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক $= 6.626 \times 10^{-34} \text{ j-s}$ এবং $P =$ বস্তুর ভরবেগ $= mv$ । এখন, বড় বস্তুর ভর m এর মান বেশি হওয়া

$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ সূত্রানুযায়ী λ এর মান অত্যধিক ক্ষুদ্র হওয়ায় আপাতভাবে বস্তুটির মধ্যে কোনো তরঙ্গদৈর্ঘ্য লক্ষ করা যায় না অর্থাৎ বস্তুর তরঙ্গ বৈশিষ্ট্য অস্পষ্ট হয়।

১৩) L_0 দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তুকে আলোর বেগে মহাশূন্যে পাঠালে এর দৈর্ঘ্যের কিরূপ পরিবর্তন হবে?

[সি. বো. '১৭]

উ: দৈর্ঘ্যের আপেক্ষিকতা অনুসারে নিশ্চল দৈর্ঘ্য L_0 এবং গতিশীল দৈর্ঘ্য L হলে,

$$L = L_0 \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} = L_0 \sqrt{\left(1 - \frac{c^2}{c^2}\right)} = L_0 \sqrt{1-1} = 0$$

অর্থাৎ L_0 দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তুকে আলোর বেগে মহাশূন্যে পাঠালে এর দৈর্ঘ্য 0 হবে।

১৪) পটাশিয়াম সূচন কম্পাঙ্ক $6.82 \times 10^{-14} \text{ Hz}$ বলতে কী বুঝ?

উ: পটাশিয়ামের সূচন কম্পাঙ্ক $6.82 \times 10^{-14} \text{ Hz}$ বলতে বুঝায় $6.82 \times 10^{-14} \text{ Hz}$ কম্পাঙ্কের চেয়ে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট কোনো আলো পটাশিয়াম থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে পারে না। অর্থাৎ পটাশিয়াম থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে হলে সর্বনিম্ন $6.82 \times 10^{-14} \text{ Hz}$ কম্পাঙ্কের আলো প্রয়োজন।

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

অনুধাবনমূলক

১৫) “ছোট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটনের শক্তি কম”, কথাটি কী সত্য? ব্যাখ্যা কর।

উ: আমরা জানি, প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক h এবং আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্ক f হলে আপতিত ফোটনের শক্তি $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$ $[\because f = \frac{c}{\lambda}]$
অর্থাৎ আপতিত ফোটনের শক্তি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যস্তানুপাতিক। তবে আপতিত ফোটনের শক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক। তরঙ্গদৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে বেগ হ্রাস পায়। তাই তরঙ্গদৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে ফোটনের শক্তি কম।

১৬) এক্স-রশ্মি নিঃসরণ ও আলোক তড়িৎ ক্রিয়া নিঃসরণ এর মূল পার্থক্য কী?

[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

উ: এক্স রশ্মি নিঃসরণ ও আলোক তড়িৎ ক্রিয়া নিঃসরণের মধ্যে মূল পার্থক্য হলো- এক্স রশ্মি নিঃসরণ হচ্ছে কোনো ধাতুর উপর উচ্চ গতিসম্পন্ন ইলেকট্রনের আঘাতের ফলে তড়িৎচৌম্বক রশ্মির বিকিরণ। অপরদিকে আলোকতড়িৎ ক্রিয়া হচ্ছে কোনো ধাতুর উপর যথোপযুক্ত কম্পাঙ্কের আলো আপতিত হওয়ার ফলে সেখান থেকে ইলেকট্রনের নিঃসরণ।

নিজে কর

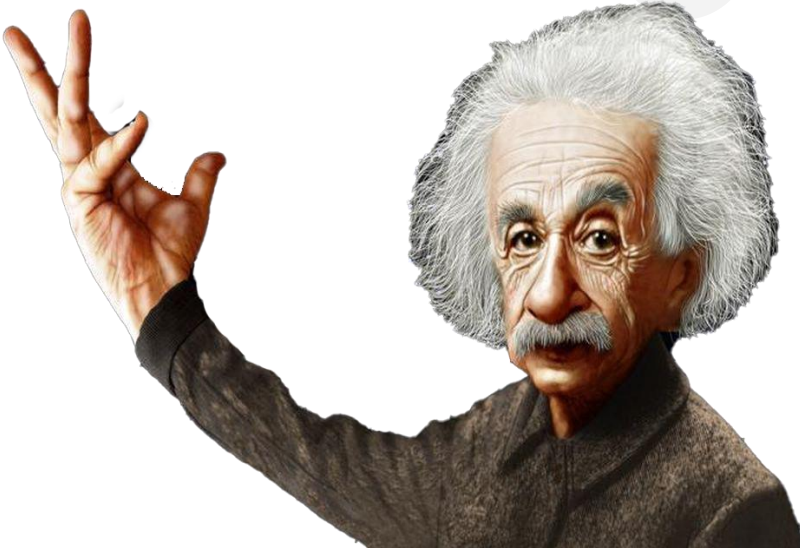
- ১) ফটোতড়িৎ বৃদ্ধি পায় যদি আলোর তীব্রতা বাড়ে- ব্যাখ্যা কর।
- ২) ফটো ইলেকট্রনের বেগ আপতিত আলোকের তীব্রতার উপর নির্ভরশীল নয়- ব্যাখ্যা কর।
- ৩) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি ব্যাখ্যা কর?
- ৪) সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপেক্ষা বেশি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে ইলেকট্রন নির্গত হয়না কেন?
- ৫) লরেঞ্জ রূপান্তর থেকে কীভাবে গ্যালিলিও রূপান্তরে পৌছা যায় দেখাও।
- ৬) ফোটনের স্থির ভর শূন্য কিন্তু ফোটনের ভর বেগ আছে ব্যাখ্যা কর।
- ৭) ইলেকট্রনের তাপীয় নিঃসরণ ও ফটোতড়িৎ নিঃসরণের তুলনামূলক পার্থক্য লেখ।



আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

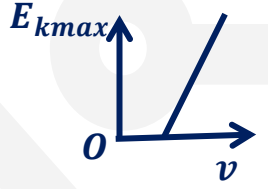
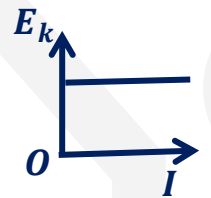
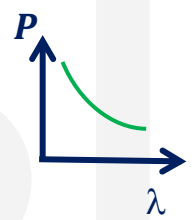
জড় কাঠামো	আইনস্টাইনের ২য় স্বীকার্য	কাল দীর্ঘায়ন, দৈর্ঘ্য সংকোচন, ভর বৃদ্ধি।
h এর মাত্রা সমীকরণ	নিউক্লিয়াসের ভেতরে ইলেক্ট্রন থাকতে পারে না কেন	মহাশূন্যে নভোচারীর আকাশকে কেমন দেখায়
কার্যাপেক্ষক	কম্পটন ক্রিয়া	কৃষ্ণ গহবর হতে আলো নির্গত হতে পারে না
মাইকেলসনমর্লি পরীক্ষা	কোনো বস্তুর বেগ আলোর বেগের সমান হতে পারে না	লরেঞ্জ রূপান্তর
	প্লাঙ্কের কালো বস্তুরবিকিরণ	



সূচিপত্র

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের অন্যতম স্রষ্টা আইনস্টাইন এবং ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক।
- বিকিরণের কম্পাঙ্কের সাথে সর্বাধিক গতিশক্তির পরিবর্তনের লেখচিত্রের ঢাল প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক নির্দেশ করে এবং লেখচিত্রটি হলো-
- ফটো তড়িৎ ক্রিয়ার সর্বোচ্চ গতিশক্তি (E_k) এবং আলোর তীব্রতা (I) এর সম্পর্ক সূচক লেখচিত্র হলো-
- ভরবেগের সাথে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তনের লেখচিত্র হলো-
- প্রতি সেকেন্ডে 1টি তেজস্ক্রিয় ভাঙনকে 1 বেকেরেল বলে।
- X-ray (i) তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ (ii) এর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা $10^{-12} m - 10^{-8} m$ (iii) আলোক তড়িৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করে (iv) এর কোনো চার্জ নেই (v) প্রতিপ্রভা সৃষ্টি করে।
- X-ray তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় এবং এটি সরলরেখায় গমন করে।
- ফোটনের ক্ষেত্রে (i) স্থির ভর শূন্য (ii) এর শক্তি $E = hv$ (iii) এর বেগ $3 \times 10^8 ms^{-1}$ (iv) এর নির্দিষ্ট ভরবেগ আছে।
- কোনো বস্তু আলোর সমান বেগে গতিশীল হলে কোনো স্থির কাঠামোর সাপেক্ষে তার দৈর্ঘ্য সসীম হবে, সময় অসীম হবে।
- আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব আইনস্টাইন কর্তৃক 1905 সালে প্রকাশিত হয়।
- ফটো ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি নির্ভর করে - আলোর কম্পনের ওপর এবং ধাতুর কার্যাপেক্ষকের ওপর।
- প্ল্যাঙ্কের তত্ত্ব অনুসারে কালো বস্তু হতে - (i) শক্তির বিকিরণ বিচ্ছিন্নভাবে ঘটে। (ii) শক্তি নির্গমনের কোনো ধারাবাহিকতা নেই।

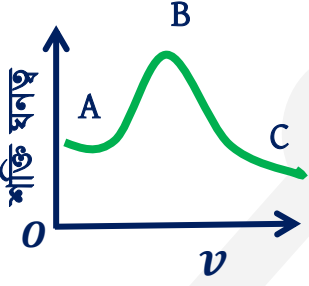
আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

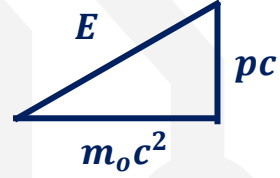

- ফটো তড়িৎ ক্রিয়ার ক্ষেত্রে – (i) ফটো তড়িৎ প্রবাহ আলোর তীব্রতার ওপর নির্ভর করে।
(ii) ফটো ইলেকট্রনের বেগ আলোর কম্পাঙ্ক নির্ভর।
- $\frac{c}{\sqrt{2}}$ বেগে চলমান কোনো কণার ভরবেগ m_0c । ফোটনের ক্ষেত্রে $E = m_0c^2$ প্রযোজ্য নয়।
- ঘূর্ণায়মান প্রসঙ্গ কাঠামো – অজড় প্রসঙ্গ কাঠামো।
- আপেক্ষিকতা জনিত বস্তুর গতিশক্তি নিশ্চল শক্তির তিনগুণ হতে হলে বস্তুর বেগ $0.97c$ হবে।
- S ও S' জড় প্রসঙ্গ কাঠামোতে আলোর বেগ যথাক্রমে c ও c' । S' কাঠামো S কাঠামোর সাপেক্ষে x অক্ষ বরাবর v বেগে গতিশীল হলে $c' = c$ হয়।
- নিবৃত্তি বিভব V ও ইলেকট্রনের বেগ v এর মধ্যে সম্পর্ক হলো : $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$
- আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এবং ফোটনের শক্তি E এর মধ্যে সম্পর্ক হলো : $E = \frac{hc}{\lambda}$ ।
- আইনস্টাইনের স্থির ভরশক্তি সূত্র হলো, $E_0 = m_0c^2$ এবং ভরশক্তি সমীকরণ হলো $E = mc^2$ ।
- আলোক বর্ষ দূরত্বের একক। $E = hv$ সূত্র প্রদান করেন ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক।
- ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক শক্তির ক্ষুদ্র এককের নাম দেন কোয়ান্টা।
- গতিশীল ঘড়ি নিশ্চল ঘড়ির চেয়ে ধীরে চলে।
- কোনো বস্তু আলোর বেগ প্রাপ্ত হলে এর ভর হবে অসীম।
- একটি মহাকাশ যান $\frac{\sqrt{3}c}{2}$ বেগে চললে এর দৈর্ঘ্য প্রকৃত দৈর্ঘ্যের অর্ধেক মনে হবে।
- ইলেকট্রনের গতিশক্তির 0.1% হতে 0.2% এক্স রশ্মিতে পরিণত হবে।
- কম্পটন ক্রিয়ার সাহায্যে কোয়ান্টাম তত্ত্বের ব্যাখ্যা প্রদান করা যায়।

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য



লেখচিত্রের BC অংশের সাহায্যে র্যালি-জিনসের সূত্র ব্যাখ্যা করা যায়।

- নিবৃত্তি বিভব এবং ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ বেগের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা যায় $eV_0 = \frac{1}{2}mV_{max}^2$ সমীকরণের সাহায্যে।
- $E = \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4}$ সম্পর্কীয় লেখচিত্র হলে-
 
- একটি সরু রড এর দৈর্ঘ্যের লম্ব বরাবর আলোর বেগ চললে গতিশীল অবস্থায় একে একই দৈর্ঘ্যের মনে হবে।
- সর্বাধিক কম্পটন অংশ আপতিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এর জন্য প্রযোজ্য $\Delta\lambda_{max}$ আপতিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ -এর উপর নির্ভরশীল নয়।
- কম্পটন ক্রিয়ার আপতিত রশ্মি ও বিক্ষিপ্ত রশ্মির মধ্যে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান হলে তাদের মধ্যবর্তী কোণ 90° ।
- আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার সমীকরণ হলো $\frac{1}{2}mV_{max}^2 + W_0 = h\nu$ এবং কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত রেখে তীব্রতা-প্রবাহের লেখচিত্র হবে-
 
- কম্পটন প্রভাবে অপরিবর্তিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, বিক্ষিপ্ত হবার পর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।
- আলোক তড়িৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করে - (i) ইলেকট্রন তরঙ্গ প্রকৃতি (ii) আলোর তরঙ্গ প্রকৃতি (iii) আলোর কণা প্রকৃতি।
- ঋণাত্মক পাত হতে ধনাত্মক পাতের দিকে একটি ইলেকট্রন ত্বরিত করলে ইলেকট্রনের গতিশক্তি হবে $4 eV$ ।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

১) ইলেকট্রন ভোল্ট কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৯]

উ: একটি ইলেকট্রন তড়িৎ ক্ষেত্রের 1 V বিভব পার্থক্যের দুটি বিন্দুর মধ্যে স্থানান্তরে যে কাজসম্পন্ন হয় তাকে ইলেকট্রন ভোল্ট বলে।

২) তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্রটি লিখ।

[কু. বো. '১৯]

উ: তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্রটি হলো- তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সংখ্যার সমানুপাতিক।

৩) নিউক্লিয়ন কাকে বলে?

[য. বো. '১৭; চ. বো. '১৭; ব. বো. '১৯]

উ: নিউক্লিয়াসের মধ্যে যে সমস্ত কণা থাকে তাদেরকে নিউক্লিয়ন বলে।

৪) 1(এক) রাদারফোর্ড কী?

[চ. বো. '১৯]

উ: কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের প্রতি সেকেন্ডে দশ লক্ষ নিউক্লিয়াস ভেঙ্গে যাওয়াই এক রাদারফোর্ড।

1 রাদারফোর্ড = 10^6 বেকেরেল = 2.70×10^{-5} কুরি

৫) ক্ষয় ধ্রুবক কাকে বলে?

[রা. বো., য. বো., কু. বো., চ. বো., ব. বো. '১৮; ঢা. বো. '১৫; সি. বো. '১৫]

উ: কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বলে।

৬) অর্ধায়ু কাকে বলে?

[য. বো. '১৫; সি. বো. '১৬]

উ: যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের ঠিক অর্ধেক পরিমাণ পরমাণু ভেঙে যায়, তাকে ঐ পদার্থের অর্ধায়ু বলে।

৭) ভর ত্রুটি কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৭; রা. বো. '১৬; কু. বো. '১৫; দি. বো. '১৬, '১৫]

উ: নিউক্লিয়াসের ভর ও তার উপাদানিক কণাগুলোর মুক্ত অবস্থায় মিলিত ভরের পার্থক্যকে ভর ত্রুটি বলে।

৮) শৃঙ্খল বিক্রিয়া কাকে বলে?

[রা. বো. '১৭; সি. বো. '১৭]

উ: যে বিক্রিয়া একবার শুরু হলে তাকে চালাবার জন্য অন্য কোনো অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে শৃঙ্খল বিক্রিয়া বলে।

৯) নিউক্লিয় ফিশন কাকে বলে?

[দি. বো. '১৭]

উ: ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে বিস্ফোট করে একাধিক নিউক্লিয়াস তৈরি করার পদ্ধতিকে ফিশন বলে। এই পদ্ধতিতে প্রচণ্ড শক্তি উৎপন্ন হয়।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

১০) গড় আয়ু কী?

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

উ: কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের সকল পরমাণুর আয়ুর যোগফলকে পরমাণুর প্রারম্ভিক সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে যে আয়ু পাওয়া যায় তাকে ঐ তেজস্ক্রিয় পদার্থের গড় আয়ু বলা হয়।

১১) নিউক্লিয়ার ফিউশন কী?

[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

উ: একাধিক হালকা পরমাণুর নিউক্লিয়াসের সংযুক্তির ফলে অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠিত হয় এবং প্রচুর পরিমাণে নিউক্লিয় শক্তি উৎপন্ন হয়। নিউক্লিয়াসের এ সংযোজনকে নিউক্লিয় ফিউশন বলা হয়।

১২) পারমাণবিক ভর একক (amu) কী?

উ: এক পারমাণবিক ভর (1 amu) বলতে $^{12}_6\text{C}$ পরমাণু ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ বুঝায় এবং $1 \text{ amu} = 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$ । নিউট্রন, প্রোটন প্রভৃতি কণার ভর amu এককে প্রকাশ করা হয়।

১৩) পারমাণবিক শক্তি কাকে বলে?

উ: নিউক্লিয়াসের ভাঙন হতে প্রাপ্ত শক্তিকে পারমাণবিক শক্তি বলে।

১৪) পারমাণবিক চুল্লি কাকে বলে?

উ: যে যন্ত্রে চেইন বিক্রিয়া ঘটিয়ে বিপুল পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায় তাকে পারমাণবিক চুল্লি বলে।

১৫) নিউক্লিয়াস কাকে বলে?

উ: পরমাণুর সব ধনাত্মক আধান ও ভর তার কেন্দ্রে যে অতি অল্প পরিসর স্থানে কেন্দ্রীভূত তাকে নিউক্লিয়াস বলে। এর ব্যাসার্ধ $r \approx 10^{-15} \text{ m}$ ।

১৬) অণু কাকে বলে?

উ: প্রত্যেক পদার্থ যে অতীব ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা দ্বারা গঠিত তাকে অণু বলে।

১৭) পরমাণু কী?

উ: পরমাণু পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশ যা মুক্ত অবস্থায় থাকতে পারে না; কিন্তু কোনো রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে পারে।

১৮) পরমাণু মডেল কী?

উ: বিভিন্ন বিজ্ঞানী বিভিন্ন সময় পরমাণুর গঠন, প্রকৃতি ও আচরণ প্রকাশের জন্য বিভিন্ন চিত্র কল্পনা করেন। এর নাম পরমাণু মডেল।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

১৯) বোরের পরমাণু মডেলের প্রথম স্বীকার্য বিবৃতি কর।

উ: কোনো নির্দিষ্ট কক্ষে আবর্তনকালে ইলেকট্রন-এর কৌণিক ভরবেগ ($h/2\pi$)-এর পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হবে।

২০) বোরের পরমাণু মডেলের দ্বিতীয় স্বীকার্য বিবৃতি কর।

উ: পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো নির্দিষ্ট বৃত্তাকার কক্ষপথে আবর্তন করে। এই সকল কক্ষে থাকাকালীন ইলেকট্রনগুলো কখনও শক্তি বিকিরণ করে না।

২১) বোরের পরমাণু মডেলের তৃতীয় স্বীকার্য বিবৃতি কর।

উ: যখন কোনো ইলেকট্রন একটি নির্দিষ্ট কক্ষ হতে অন্য একটি কক্ষে স্থানান্তরিত হয় তখনই শক্তির বিকিরণ বা শোষণ ঘটে। বিকিরিত বা শোষিত শক্তির পরিমাণ ওই দুটি কক্ষপথের শক্তির বিয়োগফলের সমান।

২২) আইসোটোপ কাকে বলে?

উ: যে সব পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা একই, কিন্তু ভর সংখ্যা বা পারমাণবিক ওজন ছিল, তাদেরকে আইসোটোপ বলে।

২৩) আইসোবার কাকে বলে?

উ: যে সমস্ত পরমাণুর ভর সংখ্যা বা পারমাণবিক ওজন একই কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে আইসোবার বলে।

২৪) আইসোটোন কাকে বলে?

উ: যে সমস্ত পরমাণুতে সমান সংখ্যক নিউট্রন আছে, তাদেরকে আইসোটোন বলে।

২৫) পারমাণবিক সংখ্যা কাকে বলে?

উ: কোনো পরমাণুর প্রোটন বা ইলেকট্রনের সংখ্যাকে পারমাণবিক সংখ্যা বলে।

২৬) পারমাণবিক ভর সংখ্যা কাকে বলে?

উ: কোনো পরমাণুর প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যাকে পারমাণবিক ভর সংখ্যা বলে।

২৭) পারমাণবিক ভর কাকে বলে?

উ: কোনো পরমাণুর প্রোটন ও নিউট্রনের সম্মিলিত ভরকে এর পারমাণবিক ভর বলে।

২৮) তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে?

উ: যে প্রক্রিয়া দ্বারা অস্থায়ী নিউক্লিয়াসবিশিষ্ট পদার্থ স্বতঃস্ফূর্তভাবে অবিরাম এক রহস্যময় কণা এবং রশ্মি নির্গত করে লঘুতর পারমাণবিক ওজনের মৌলে রূপান্তরিত হয়, তাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

২৯) তেজস্ক্রিয় রশ্মি কত প্রকার ও কী কী?

উ: তেজস্ক্রিয় রশ্মি তিন প্রকার যথা- (১) আলফা রশ্মি (α -রশ্মি), (২) বিটা রশ্মি (β -রশ্মি) এবং (৩) গামা রশ্মি (γ -রশ্মি)।

৩০) 1 কুরী কাকে বলে?

উ: কোনো বস্তুর প্রতি সেকেন্ডে 3.7×10^{10} সংখ্যক পরমাণুর ভাঙ্গনকে 1 কুরী বলে।

৩১) 1 বেকেরেল (Bq) কাকে বলে?

উ: কোনো বস্তুর প্রতি সেকেন্ডে একটি পরমাণুর ভাঙ্গনকে 1 বেকেরেল (Bq) বলে।

৩২) আইসোমার কাকে বলে?

উ: যে সমস্ত পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা এবং ভর সংখ্যা একই কিন্তু তাদের অভ্যন্তরীণ গঠন ভিন্ন, তাদেরকে আইসোমার বলে।

৩৩) নিউক্লিয় বিক্রিয়া কাকে বলে?

উ: কৃত্রিম উপায়ে পরমাণুর নিউক্লিয়াসের পরিবর্তন ঘটিয়ে নতুন মৌল গঠন করার প্রক্রিয়াকে নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলে।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

অনুধাবনমূলক

১) কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিঃশেষ কাল অসীম- ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৬]

উ: তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরমাণু মধ্যস্থিত নিউক্লিয়াস স্থায়ী নয়। সবসময়ই এদের ভাঙন চলতে থাকে, যতক্ষণ না একটি অতেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুতে পরিণত হয়। ভাঙনের সময় মূল বা জনক পরমাণু আলফা অথবা বিটা কণা বিকিরণ করে ভিন্ন পদার্থের পরমাণুতে রূপান্তরিত হয়। এ ধরনের তেজস্ক্রিয় বিকিরণকে তেজস্ক্রিয় ক্ষয় বলা হয়। পরমাণুর এ ভাঙন একটি সম্পূর্ণ অনিশ্চিত ঘটনা। কেন পরমাণুটি কখন ভেঙে পড়বে তার কিছুই নির্ধারিত নেই। একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের ভাঙন চলতেই থাকবে। বাহ্যিক কোনো কিছু এ ভাঙনকে প্রভাবিত করতে পারে না। তাই একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের নিঃশেষকাল অসীম।

২) নিউক্লিয় ফিউশন ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৭]

উ: যে প্রক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লীয় ফিউশন বা নিউক্লীয় সংযোজন বলে। উদাহরণস্বরূপ বলা যেতে পারে যে 4টি হাইড্রোজেন পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে সংযোজন করে একটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াস গঠন করলে হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের ভর 4 টি হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াসের মোট ভর অপেক্ষা কিছু কম হয়। এ হ্রাসকৃত ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ফলে প্রচণ্ড শক্তি উৎপন্ন হয়।

৩) নিউক্লিয়ার ফিশান বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তির কারণ কী?

[য. বো. '১৯]

উ: নিউক্লিয়ার ফিশান বিক্রিয়ায় বিভাজিত নিউক্লিয়াস বা জাতক নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা হ্রাস পায়। এ হ্রাসকৃত ভর, ভর-শক্তি সমীকরণ অনুসারে শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অর্থাৎ নিউক্লিয়াসের হ্রাসকৃত ভরের শক্তিতে রূপান্তরিত হওয়াই নিউক্লিয়ার ফিশান বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তির কারণ।

৪) পরমাণুতে আবদ্ধ ইলেক্ট্রনের মোট শক্তি সর্বদা ঋণাত্মক হয়- ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৭]

উ: পরমাণুতে আবদ্ধ একটি ইলেকট্রনের

মোট শক্তি = গতিশক্তি + বিভব শক্তি

$$= E_k + E_p$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 + (-eV) = \frac{1}{2}mv_n^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n}$$

এই সমীকরণে v_n ও r_n এর মান বসিয়ে n -তম কক্ষপথের শক্তি পাই,

$$E_n = -\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 n^2 h^2}$$

এই সমীকরণ থেকে দেখা যায় মোট শক্তি সর্বদাই ঋণাত্মক। এর কারণ হলো ইলেকট্রন পরমাণুতে আবদ্ধ থাকার কারণে অসীমের দিকে ইলেকট্রনকে সরিয়ে নিতে কাজ করতে হয়।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

অনুধাবনমূলক

৫) পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন নেই অথচ β -ক্ষয়ে ইলেকট্রন নির্গত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।
[সি. বো. '১৭]

উ: পরমাণু নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন নেই অথচ β -ক্ষয়ে ইলেকট্রন নির্গত হয় এর কারণ হলো পরমাণুর নিউক্লিয়াসে একটি নিউট্রন যখন একটি প্রোটনে পরিণত হয় তখনই একটি ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এই ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে উপস্থিত তীব্র নিউক্লিয় বলের কোনো প্রভাব থাকে না। তাই ইলেকট্রনটি নিউক্লিয়াসের মধ্যে থাকতে পারে না β কণা হিসেবে বেরিয়ে আসে।

৬) X-ray চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় না- ব্যাখ্যা কর।
[সি. বো. '১৬]

উ: X-ray এক ধরনের তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ। এটি চার্জ নিরপেক্ষ। আমরা জানি, আহিত বা চার্জযুক্ত কণা তড়িৎ ও চুম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয়। X-ray চার্জ নিরপেক্ষ অর্থাৎ আহিত কণা না হওয়ায় চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় না।

৭) রাদারফোর্ডের α -কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় কিছু α -কণা বেঁকে যাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।
[দি. বো. '১৬]

উ: রাদারফোর্ডের α -কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় কিছু α -কণা বেঁকে যাওয়ার কারণ নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-

রাদারফোর্ডের α -কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় কিছু α -কণা নিউক্লিয়াসের প্রায় কাছাকাছি আসে। এ সময় তারা নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধান দ্বারা বিকর্ষিত হয়ে বেঁকে যায়। এছাড়া যেসব আলফা কণা নিউক্লিয়াসের দিকে মুখোমুখি অগ্রসর হয় তারা কুলম্বের বিপরীত বর্গীয় সূত্রানুযায়ী অধিক বল দ্বারা বিকর্ষিত হয়ে আরও বেশি বেঁকে যায়।

৮) রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের মূল পার্থক্য কী?
[ব. বো. '১৬]

উ: বোর ও রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের মধ্যে উল্লেখযোগ্য পার্থক্য হলো-

১. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলটি শক্তির ক্লাসিক্যাল তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত। অপরপক্ষে বোরের পরমাণু মডেলটি প্ল্যাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত।
২. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে শক্তিস্তরের আকার ও আকৃতি সম্পর্কে কিছু বলা হয়নি। কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে শক্তিস্তরসমূহ বৃত্তাকার হিসেবে বর্ণনা করা হয়েছে।
৩. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে শক্তির শোষণ বা বিকিরণ সম্বন্ধে ধারণা দেওয়া হয়নি। কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে শক্তির শোষণ, বিকিরণ ও তার কারণ বর্ণনা করা হয়েছে।

৯) X-রশ্মি ও γ -রশ্মির উৎপত্তিস্থল কী?
[ঢা. বো. '১৭]

উ: X-রশ্মি একটি তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্মি। দ্রুত গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন সহসা কোনো কঠিন ধাতব পদার্থে আঘাত করলে তা হতে X-রশ্মি উৎপন্ন হয়। আবার γ -রশ্মি হলো অতি ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ। যা তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিউক্লিয়াস থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে নির্গত হয়।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

অনুধাবনমূলক

১১) বোর কীভাবে রাদারফোর্ড মডেল সংশোধন করেছিলেন?

[রা. বো., য. বো., কু. বো., চ. বো., ব. বো. '১৮]

উ: বোরের পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনসমূহ স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে কখনও শক্তি বিকিরণ করে না এবং ইলেকট্রনের গতিপথ সর্পিল বজ্রের আকারে ক্রমশ নিউক্লিয়াসের দিকে এগিয়ে আসে না। কিন্তু রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ঘূর্ণনকালে ক্রমশ শক্তি বিকিরণ করে। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনগুলোর কক্ষপথের আয়তন ও আকৃতি সম্পর্কে কিছু বলা হয় নি কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনগুলোর আকার ও আকৃতি সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। তাছাড়া বহু ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুর ইলেকট্রন কীভাবে নিউক্লিয়াসকে প্রদক্ষিণ করে তাও রাদারফোর্ডের মডেলে আলোচনা করা হয় নি। কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে এ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। কাজেই বোরের পরমাণু মডেলে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাকে অতিক্রম করে।

১২) তেজস্ক্রিয়তার কারণ ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৭]

উ: তেজস্ক্রিয় মৌল হতে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা।

ব্যাখ্যা : তেজস্ক্রিয়তা ঘটনাটি সম্পূর্ণভাবে প্রকৃতি নিয়ন্ত্রিত। এটি তাপ, চাপ, বৈদ্যুতিক বা চৌম্বক ঘটনা দ্বারা প্রভাবিত হয় না। তেজস্ক্রিয়তা ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থকে তেজস্ক্রিয় পদার্থ বলে। যেসব পদার্থের পারমাণবিক সংখ্যা ৪৩-এর বেশি সাধারণত সেসব পদার্থ তেজস্ক্রিয় হয়। যেমন ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম, রেডিয়াম ইত্যাদি তেজস্ক্রিয় পদার্থ।

১৩) অনিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না কেন?

[কু. বো. '১৬]

উ: কৃত্রিম উপায়ে একটি নিউক্লিয়াস ভেঙ্গে অন্য একটি নিউক্লিয়াস সৃষ্টির প্রক্রিয়া হচ্ছে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া। অর্থাৎ নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া হলো একটি নিউক্লিয় ঘটনা। এটি একটি শৃঙ্খল বা চেইন বিক্রিয়া। অনিয়ন্ত্রিত চেইন বিক্রিয়ায় এক সেকেন্ডের লক্ষ ভাগের এক ভাগ সময়ের মধ্যে ফিশন বিক্রিয়া হাজার গুণ বৃদ্ধি পেতে পারে। এবং প্রতি ফিশনেই প্রচণ্ড শক্তি নির্গত হয়। তাই অনিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না।

১৪) তেজস্ক্রিয় পদার্থ ক্ষয় হতে হতে নিঃশেষ (শূন্য) হয়ে যায় না কেন?

[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

উ: তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরমাণু মধ্যস্থিত নিউক্লিয়াস স্থায়ী নয়। সবসময়ই এদের ভাঙন চলতে থাকে, যতক্ষণ না একটি অতেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুতে পরিণত হয়। ভাঙনের সময় মূল বা জনক পরমাণু আলফা অথবা বিটা কণা বিকিরণ করে ভিন্ন পদার্থের পরমাণুতে রূপান্তরিত হয়। এ ধরনের তেজস্ক্রিয় বিকিরণকে তেজস্ক্রিয় ক্ষয় বলা হয়। পরমাণুর এ ভাঙন একটি সম্পূর্ণ অনিশ্চিত ঘটনা। কোন পরমাণুটি কখন ভেঙে পড়বে তার কিছুই নির্ধারিত নেই। একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের ভাঙন চলতেই থাকবে। কোনো বাহ্যিক এ ভাঙনকে প্রভাবিত করতে পারে না। তাই একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের নিঃশেষকাল অসীম।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

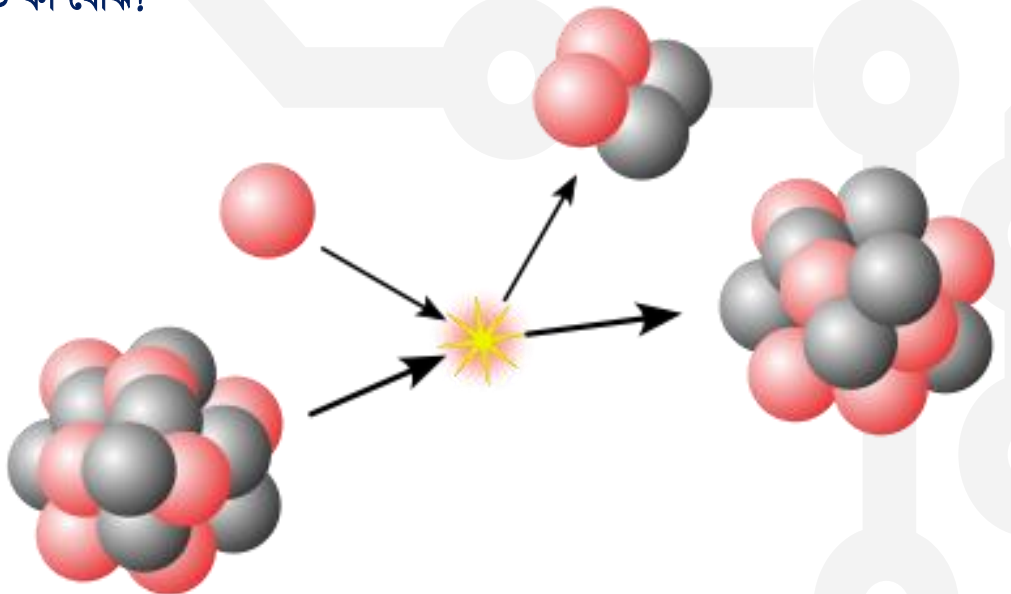
অনুধাবনমূলক

১৫) হাইড্রোজেন পরমাণুর ভূমি অবস্থার শক্তি -13.6 eV -ব্যাখ্যা কর।

উ: হাইড্রোজেন পরমাণুর ভূমি অবস্থার শক্তি -13.6 eV বলতে আমরা বুঝি- হাইড্রোজেনের একটি ইলেকট্রন থাকে যা সাধারণত সর্বনিম্ন শক্তিস্তরে দখল করে থাকে এবং এ স্তরের শক্তির মান -13.6 eV । ইলেকট্রনটি যখন এ শক্তিস্তরে থাকে তখন হাইড্রোজেন পরমাণুটি ভূমি অবস্থায় রয়েছে তা বলা হয়।

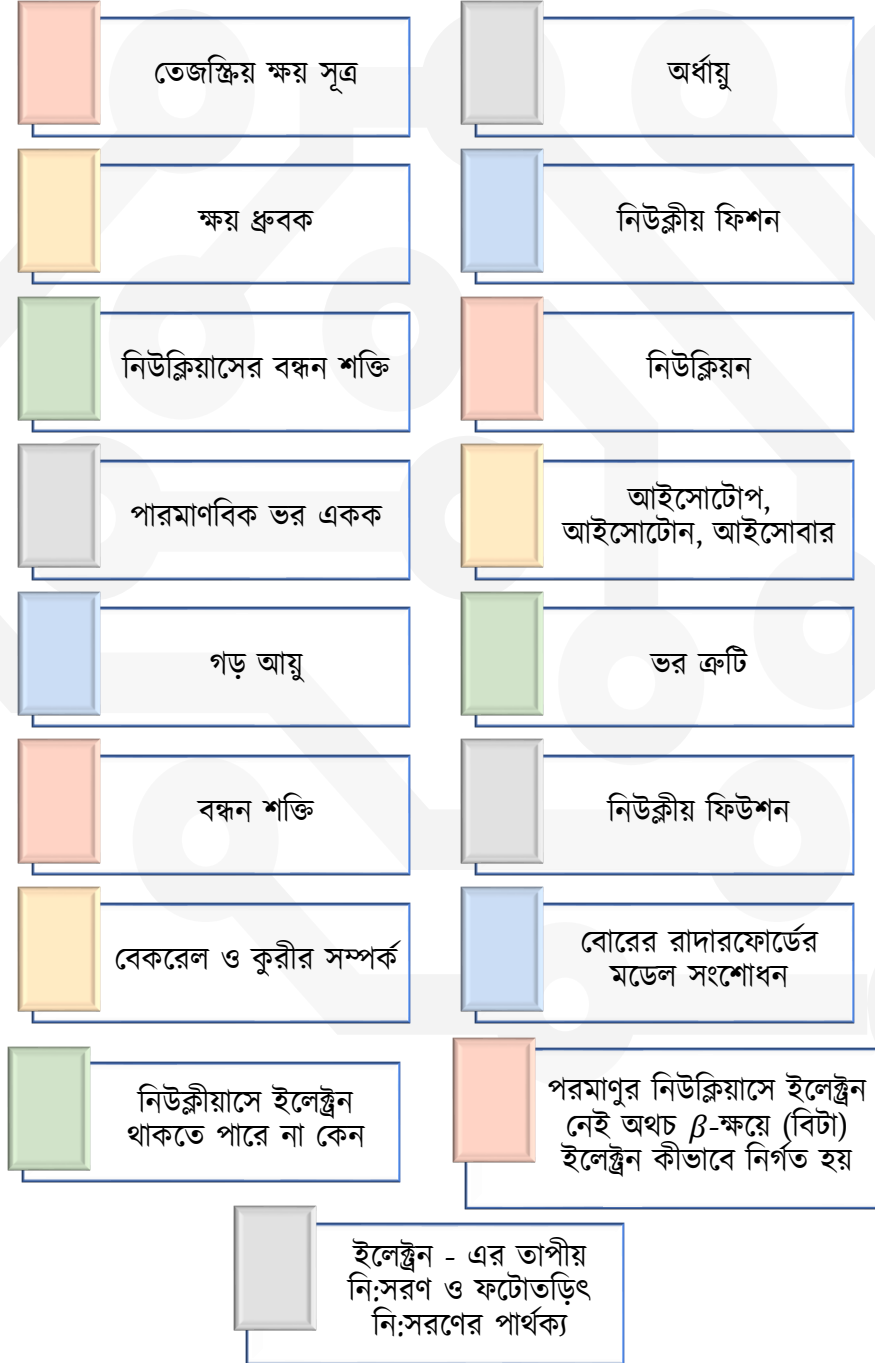
নিজে কর

- ১) নিউক্লিয়াসের মধ্যে প্রোটন ও নিউট্রন থাকে। প্রোটন ধনাত্মক চার্জধর্মী হওয়া সত্ত্বেও পরস্পর বিকর্ষণ করে নিউক্লিয়াস থেকে বেরিয়ে আসে না কেন?
- ২) আলফা কণা চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয় কেন?
- ৩) তেজস্ক্রিয় পদার্থ ক্ষয় হতে হতে নিঃশেষ (শূন্য) হয়ে যায় না কেন?
- ৪) অর্ধজীবন ও ক্ষয় ধ্রুবকের সম্পর্ক প্রতিপাদন কর।
- ৫) নিউক্লীয় ফিশন ও নিউক্লীয় ফিউশন বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য লিখ।
- ৬) চেইন বিক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।
- ৭) ভরক্রটি বলতে কী বোঝ?



পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন



পরমাণুর মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- 1897 সালে বিজ্ঞানী থমসন কিসমিস পুডিং মডেল বা ইলেকট্রনের ধারণা আবিষ্কার করেন। একে তরমুজ মডেলও বলে।
- রাদারফোর্ড তার আলফা কণিকা বিক্ষেপণ পরীক্ষা সম্পাদন করেন 1911 সালে।
- তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে নির্গত ধনাত্মক চার্জযুক্ত এক প্রকার ভারী কণাই হলো আলফা কণা। এর ভর $6.694 \times 10^{-27} \text{ kg}$ । ইহা ইলেকট্রন অপেক্ষা প্রায় 7000 গুণ ভারী।
- রাদারফোর্ডের পরীক্ষায় তেজস্ক্রিয় পলোনিয়াম হতে নির্গত আলফা কণার গতিশক্তি 7.68 MeV । এই পরীক্ষায় ব্যবহৃত স্বর্ণপাতের পুরুত্ব ছিল $6 \times 10^7 \text{ m}$ । আলফা কণার ভর হিলিয়ামের ভরের সমান।
- 1913 সালে বিজ্ঞানী বোর তার পরমাণু মডেলের প্রস্তাব করেন।
- বোরের প্রথম কক্ষপথে আবর্তনশীল ইলেকট্রনের মোট শক্তির মান -13.6 eV ।
- হাইড্রোজেনের পরমাণুর ব্যাসার্ধ $0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$ ।
- গামা রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তুলনায় কম। ইহা সীসার পাতে কয়েক সেন্টিমিটার ভেদ করে যেতে পারে। এর অপবর্তন, ব্যতিচার ও প্রতিফলন ঘটে। ইহা তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয় না। চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয় না।
- বিটা রশ্মি অতি উচ্চ দ্রুতিসম্পন্ন ইলেকট্রনের প্রবাহ।
- নিউক্লিয় ফিশন বিক্রিয়া একটি চেইন বিক্রিয়া।
- ক্যাথোড রশ্মি তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে নির্গত হয় না।
- ইউরেনিয়ামের অর্ধায়ু 450 কোটি বছর। তেজস্ক্রিয়তার একক বেকেরেল।
- আলফা রশ্মির চার্জের পরিমাণ একটি প্রোটনের চার্জের 2 গুণ। এর আয়নায়ন ক্ষমতা ঐ রশ্মির 1000 গুণ। ইহা তড়িৎ ক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয়।
- তেজস্ক্রিয়তার সৃষ্টি হয় নিউক্লিয়াসের ভাঙনের ফলেই। এটি চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা প্রভাবিত হয় না।

পরমাণুর মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

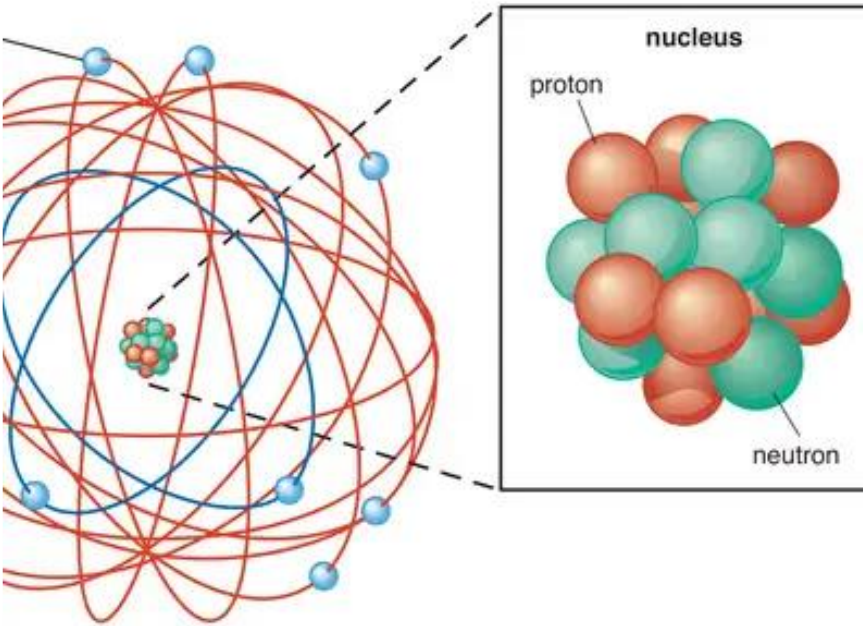
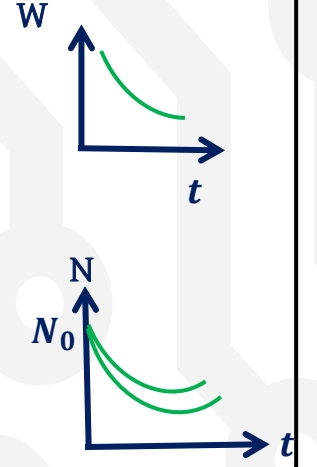
গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- গড় আয়ু এবং ক্ষয় ধ্রুবকের মধ্যে সম্পর্ক হলো $T = 1/\lambda$.
- নিউক্লিয়াসের ব্যাস $10^{-15} \text{ cm} - 10^{-14} \text{ cm}$ ।
- বোর পরমাণু মডেলের কৌণিক ভরবেগ $L = \frac{nh}{2\pi}$,
- ১ম বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 0.53\AA ।
- ইউরেনিয়াম ও উচ্চ শক্তির নিউট্রনের বিক্রিয়ায় 200 MeV শক্তি নির্গত হয়।
- ১ কুরী সমান 3.6×10^{10} বেকেরেল।
- বোর পরমাণু মডেল অনুসারে H -পরমাণুর ২য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ১ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধের চারগুণ।
- পরমাণুগুলোর ভর সংখ্যা সমান কিন্তু প্রোটন সংখ্যা ভিন্ন হলে, তাকে আইসোবার বলে। 2_1H এর নাম ডিউটেরিয়াম।
- ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে গেলে - (i) শক্তির বিকিরণ ঘটে। (ii) শক্তির পরিবর্তন ঘটে।
- নিউক্লিয় বলের বৈশিষ্ট্য হলো - আকর্ষণ ধর্মী, চার্জ নিরপেক্ষ, স্বল্প পাল্লা।
- বিটা রশ্মির ধর্ম হলো কণাধর্মী।
- 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি $= 934 \text{ MeV}$ ।
- আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় ব্যবহৃত প্রতিপ্রভ পর্দা হলো জিঙ্ক সালফাইডের পর্দা।
- বিভিন্ন কক্ষপথের জন্য মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা বিভিন্ন।
- ${}^2_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^3_1H + {}^1_0X + \text{শক্তি} \rightarrow X$ কণাটি হলো নিউট্রন।
- দুটি up এবং একটি down কোয়ার্ক মিলে তৈরি হয় প্রোটন।
- ফিশান বিক্রিয়ায় ভর শক্তির নিত্যতার সূত্র মেনে চলে না।

পরমাণুর মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- প্রতি ফিউশনে E_1 এবং প্রতি ফিশনে E_2 শক্তি নির্গত হলে, E_1 এবং E_2 এর মধ্যে সম্পর্ক হলো $E_1 > E_2$ ।
- নিউক্লিয়াসের ভর সংখ্যার সাথে ব্যাসার্ধের সম্পর্ক হলো $R = R_0 A^{1/3}$ ।
- ক্ষয় ধ্রুবক-এ এর মাত্রা অর্ধ জীবনের মাত্রার সমতুল্য নয়।
- তেজস্ক্রিয়তার ভাঙনের সমীকরণ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ এবং এর লেখচিত্র হলো-
- পাশের লেখচিত্রটি অধিক আয়ুসম্পন্ন তেজস্ক্রিয় পদার্থ নির্দেশ করছে।



সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

জ্ঞানমূলক

১) সম্মুখী ঝাঁক কাকে বলে?

[কু. বো. '১৬]

উ: p-n জংশনে যদি বহিঃস্থ ভোল্টেজ বা বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হয় তাহলে তড়িৎ প্রবাহ ঘটে। ভোল্টেজ যদি কোষের ধনাত্মক প্রান্ত p-টাইপ বস্তুর সাথে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত n-টাইপ বস্তুর সাথে সংযুক্ত হয় তবে তাকে সম্মুখী ঝাঁক বলে।

২) Break down voltage কাকে বলে?

[রা. বো. '১৯]

উ: বিমুখী ঝাঁকের ক্ষেত্রে যে ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে ডায়োডের বিপরীত তড়িৎ প্রবাহ হঠাৎ বিপুল পরিমাণ বৃদ্ধি পায় সে ভোল্টেজকে জেনার ভোল্টেজ বা ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ বলে।

৩) p-টাইপ অর্ধপরিবাহী কাকে বলে?

[রা. বো. '১৭, ১৫]

উ: কোনো বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকে সামান্য পরিমাণ ত্রিযোজী অর্থাৎ পর্যায় সারণির তৃতীয় সারির মৌল (যেমন, অ্যালুমিনিয়াম) অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হলে, তাকে p-টাইপ অর্ধপরিবাহী বলে।

৪) ডোপিং বলতে কী বুঝ?

[চ. বো. '১৯]

উ: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সাথে খুব সামান্য পরিমাণে ত্রি বা পঞ্চযোজী মৌলের মিশ্রণের কৌশলকে ডোপিং বলে।

৫) রেকটিফায়ার কাকে বলে?

[কু. বো. '১৭]

উ: যে যন্ত্রের সাহায্যে এসি তড়িৎ প্রবাহকে ডিসি তড়িৎ প্রবাহে পরিণত করা যায় অর্থাৎ তড়িৎ প্রবাহকে একমুখী করা যায় তাকে রেকটিফায়ার বা একমুখীকারক বলে।

৬) লিকেজ প্রবাহ কাকে বলে?

[ব. বো. '১৭]

উ: ডায়োডের বিপরীত ঝাঁকের ক্ষেত্রে ভোল্টেজের মান বৃদ্ধির সাথে সাথে কারেন্টের মান বেড়ে যে নির্দিষ্ট মানে পৌঁছে স্থির হয়ে যায় তাকে লিকেজ প্রবাহ বলে।

৭) শক্তি ব্যান্ড কাকে বলে?

[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

উ: কোনো পদার্থের বিভিন্ন পরমাণুতে একই কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনগুলোর শক্তির সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ মানের মধ্যবর্তী পাল্লাকে শক্তি ব্যান্ড বলে।

৮) হেক্সাডেসিমেল নম্বর পদ্ধতি কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৭]

উ: যে সংখ্যা পদ্ধতির ডিজিটগুলো 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E ও F এবং বেজ 16 তাকে হেক্সাডেসিমেল নম্বর পদ্ধতি বলে।

৯) কোয়ার্ক কী?

[ঢা. বো. '১৬]

উ: কোয়ার্ক হলো অতি পারমাণবিক কণা যা দ্বারা প্রোটন ও নিউট্রনসমূহ গঠিত।

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

জ্ঞানমূলক

১০) অর্ধপরিবাহী কাকে বলে?

[য. বো. '১৯]

উ: যে সমস্ত পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা পরিবাহী ও অন্তরকের মাঝামাঝি, সেগুলোকে অর্ধপরিবাহী পদার্থ বলে। তাপমাত্রা বাড়ালে এদের তড়িৎ পরিবাহিতা বহুগুণ বৃদ্ধি পায়।

১১) বহির্জাত অর্ধপরিবাহী কাকে বলে?

[ব. বো. '১৯]

উ: যেসব অর্ধ পরিবাহীতে অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে তাদেরকে বহির্জাত অর্ধপরিবাহী বলে।

১২) জেনার ভোল্টেজ কাকে বলে?

[চ. বো. '১৫]

উ: একটি p-n জংশন ডায়োডকে বিমুখী ঝাঁকপ্রাপ্ত অবস্থায় পশ্চাৎমুখী বায়াস বাড়াতে থাকলে যে বিশেষ ভোল্টেজে প্রবাহমাত্রা হঠাৎ খুব বেশি বেড়ে যায়, সেই ভোল্টেজকে জেনার ভোল্টেজ বলে।

১৩) প্রবাহ বিবর্ধক গুণক কাকে বলে?

[কু. বো. '১৬]

উ: সংগ্রাহক পীঠ ভোল্টেজ V_{CB} ধ্রুব থাকলে সংগ্রাহক প্রবাহ I_C ও নিঃসারক প্রবাহ I_E এর অনুপাতকে প্রবাহ বিবর্ধন গুণক (α) বলে।

১৪) জেনার ডায়োড কী?

উ: এটি জেনার ভোল্টেজে ক্রিয়াশীল বিশেষ ধরনের ডায়োড, স্থির মানের ডি. সি. ভোল্টেজ পাওয়ার জন্য পাওয়ার সাপ্লাইতে ব্যবহার করা হয়। জেনার ডায়োড বিপরীত ঝাঁকে ক্রিয়াশীল।

১৫) পরিবাহী কাকে বলে?

উ: যে সমস্ত পদার্থের ভেতর দিয়ে তড়িৎ সহজে চলাচল করতে পারে সেগুলোকে পরিবাহী বলে।

১৬) অন্তরক বা অপরিবাহী কাকে বলে?

উ: যে সমস্ত পদার্থের ভেতর দিয়ে তড়িৎ সহজে চলাচল করে না, সেগুলোকে অন্তরক বা অপরিবাহী বলে।

১৭) আই. সি. (IC) কী?

উ: এটি একটি সিলিকনের তৈরি সলিড স্টেট (Solid state) অর্ধপরিবাহী ডিভাইস যাকে চিপ বলে। একটি চিপের মধ্যে বহু সংখ্যক ডায়োড, ট্রানজিস্টর, রোধক, ধারক ইত্যাদি অভ্যন্তরীণভাবে সংযুক্ত থাকে।

১৮) পরিবহন ব্যান্ড কাকে বলে?

উ: পরমাণুর মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর জন্য যে ব্যান্ড বা পাল্লা তৈরি হয় তাকে পরিবহন ব্যান্ড বলে। পরিবহন ব্যান্ডের ইলেকট্রনগুলো বিদ্যুৎ পরিবহনে অংশগ্রহণ করে।

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

জ্ঞানমূলক

১৯) হোল কাকে বলে?

উ: পরমাণুর বন্ধন থেকে কোনো ইলেকট্রন বিচ্ছিন্ন হলে ওই অবস্থানে যে শূন্যস্থানের সৃষ্টি হয় তাকে হোল বা গর্ত বলে। এর কার্যকর আধান $+e$, যদিও এটি কোনো বাস্তব কণিকা নয়।

২০) যোজন ব্যান্ড কাকে বলে?

উ: কোনো পদার্থের মধ্যে যোজ্যতা ইলেকট্রনগুলি যে সমস্ত শক্তি স্তরে থাকে, সেই সকল শক্তি স্তর নিয়ে যে শক্তি ব্যান্ড তৈরি হয় তাকে যোজন ব্যান্ড বলে।

২১) অবিভক্ত অর্ধপরিবাহী কাকে বলে?

উ: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সঙ্গে বিশেষ ধরনের অপদ্রব্যকে সুপরিকল্পিতভাবে মিশালে অর্ধপরিবাহীটির তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা বহুগুণ বৃদ্ধি পায়। একেই অবিভক্ত অর্ধপরিবাহী বলে।

২২) ডোপ্যান্ট কাকে বলে?

উ: অর্ধপরিবাহীর সঙ্গে মিশ্রিত অপদ্রব্যকে ডোপ্যান্ট বলে।

২৩) নিষিদ্ধ শক্তি ব্যবধান বা ফাঁক কাকে বলে?

উ: পরিবহন ব্যান্ড ও যোজন ব্যান্ডের বা যে কোনো দুটি ব্যান্ডের মধ্যবর্তী অঞ্চল যেখানে ইলেকট্রন থাকতে পারে না, তাকে নিষিদ্ধ শক্তি ব্যবধান বা ফাঁক বলে।

২৪) বিশুদ্ধ বা সহজাত অর্ধপরিবাহী কাকে বলে?

উ: যে সমস্ত অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রন ও হোলের সংখ্যা সমান থাকে সেগুলোকে বিশুদ্ধ বা সহজাত অর্ধপরিবাহী বলে। এই সমস্ত অর্ধপরিবাহীতে কোনো ভেজাল থাকে না।

২৫) n-টাইপ অর্ধপরিবাহী কী?

উ: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে পঞ্চযোজী মৌল খুব সামান্য পরিমাণে মিশ্রিত করলে n-টাইপ অর্ধপরিবাহী হয়। এই ধরনের পদার্থে তড়িৎ পরিবহনে ইলেকট্রনই মুখ্য ভূমিকা পালন করে।

২৬) জাংশন ডায়োড কাকে বলে?

উ: একটি p-টাইপ এবং একটি n-টাইপ অর্ধপরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থাধীনে সংযুক্ত করলে সংযোগ পৃষ্ঠকে p-n জাংশন বা জাংশন ডায়োড বলে। জাংশন ডায়োডে একমুখী তড়িৎ প্রবাহ ঘটে।

২৭) বিপরীত ঝোঁক কাকে বলে?

উ: ডায়োডে বা জাংশনে বাহ্য ভোল্টেজ প্রয়োগ যদি এমন হয় যে বিভব প্রাচীরের উচ্চতা বৃদ্ধি পায়, তখন একে বিপরীত ঝোঁক প্রয়োগ বলে।

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

জ্ঞানমূলক

২৮) ট্রানজিস্টর কাকে বলে?

উ: দুটি p-n জংশনকে পাশাপাশি বিশেষ কায়দায় সংযুক্ত করলে ট্রানজিস্টর হয়। দুটি P-টাইপ বা দুটি n-টাইপ অর্ধপরিবাহীর মাঝখানে অত্যন্ত পাতলা এবং খুবই হালকা ডোপিং সমৃদ্ধ যথাক্রমে একটি n-টাইপ বা একটি p-টাইপ অর্ধপরিবাহী সংযুক্ত করে p-n-p এবং n-p-n ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয়।

২৯) অ্যামপ্লিফায়ার কাকে বলে?

উ: এটি এক ধরনের ইলেকট্রনিক ডিভাইস বা কৌশল যার ইনপুট বর্তনীতে দুর্বল সংকেত প্রয়োগ করে বহিঃবর্তনী হতে বহুগুণ বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া যায়।

৩০) ডিজিটাল পদ্ধতি কী?

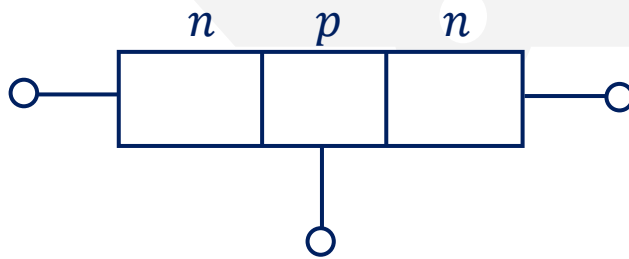
উ: ডিজিটাল পদ্ধতি হলো এমন একটি প্রক্রিয়া যাতে আলাদা আলাদা একক ব্যবহৃত হয়। যেমন আঙ্গুল, হাত, ডিজিট (0, 1, 2,) ইত্যাদি। এই এককগুলি এককভাবে বা গুচ্ছাকারে ব্যবহার করে কোনো পূর্ণসংখ্যা প্রকাশ করা যায়।

৩১) লজিক গেট কী?

উ: লজিক গেট একটি ইলেকট্রনিক্স বর্তনী যা যৌক্তিক সিদ্ধান্ত নিতে পারে। এর একটি আউটপুট এবং এক বা একাধিক ইনপুট প্রাপ্ত থাকে। ইনপুট সিগনালের নির্দিষ্ট সমন্বয়ের জন্য আউটপুট সিগনাল আবির্ভূত হয়।

৩২) n-p-n ট্রানজিস্টরের একটি মৌলিক চিত্র আঁক।

উ: n-p-n ট্রানজিস্টরের একটি মৌলিক চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো-



সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

অনুধাবনমূলক

১) একটি ট্রানজিস্টরের বেস-ইমিটার বায়াসিং কি রকম হওয়া উচিত? ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৯]

উ: একটি ট্রানজিস্টরের বেস ইমিটার বায়াসিং সম্মুখী হওয়া উচিত। অর্থাৎ ট্রানজিস্টরটি যদি p-n-p হয় তবে তার ১ম p প্রান্ত ব্যাটারীর ধনাত্মক প্রান্ত এবং n ব্যাটারীর ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করে বর্তনী সংযোগ দেওয়া উচিত। অপরদিকে ট্রানজিস্টরটি n-p-n হলে এর ১ম n প্রান্ত ব্যাটারীর ঋণাত্মক প্রান্ত এবং p প্রান্ত ব্যাটারীর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করে বর্তনী সংযোগ দেওয়া উচিত।

২) N-type অর্ধপরিবাহী ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত কি-না? ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, n টাইপ অর্ধ পরিবাহীতে অতিরিক্ত কিছু ইলেকট্রন থাকে। কিন্তু এই অতিরিক্ত ইলেকট্রন সরবরাহ করে দাতা পরমাণু। এই ইলেকট্রনগুলো মুক্তভাবে চলাচল করতে পারলেও দাতা পরমাণু ইলেকট্রন দান করে ধনাত্মকভাবে আহিত থাকে। ফলে n টাইপ অর্ধপরিবাহীটি প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ নিরপেক্ষ থাকে। n-type অর্ধপরিবাহীতে আধান ইলেকট্রন হলেও এটি ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত নয়।

৩) ট্রানজিস্টরের ইমিটার ও বেস সমপরিমাণ ডোপায়িত থাকে না কেন?

[রা. বো., য. বো., কু. বো., চ. বো., দি. বো. '১৮]

উ: একটি ট্রানজিস্টরের তিনটি অংশের মধ্যে মাঝের অংশটিকে বলা হয় ভূমি বা বেস। ট্রানজিস্টরের এ বেস অংশটি খুব পাতলা রাখা হয় অর্থাৎ পুরুত্ব খুব কম রাখা হয় এবং খুবই সামান্য পরিমাণে অপদ্রব্য মিশ্রণ করা হয়, যাতে ইমিটার বা নিঃসারক থেকে বাহক আধান প্রবাহের সময় কম দূরত্ব অতিক্রম করতে হয় এবং বিপরীত আধানের সঙ্গে মিলিত হয়ে নিরপেক্ষ না হয়। এ কারণেই ট্রানজিস্টরের ইমিটার ও বেস সমপরিমাণে ডোপায়িত থাকে না।

৪) Reverse Bias-এ বিভব প্রাচীরের উচ্চতা বৃদ্ধি পায়- ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৯]

উ: বিমুখী ঝোঁকে কোষের ধনাত্মক প্রান্ত n-টাইপ এবং ঋণাত্মক প্রান্ত p-টাইপ বস্তুর সাথে সংযুক্ত থাকে। এক্ষেত্রে n-টাইপ বস্তুর মুক্ত ইলেকট্রন ধনাত্মক প্রান্তের আকর্ষণের ফলে n-টাইপ বস্তুতেই থেকে যায় এবং জাংশন পার হয়ে কিছুতেই p-টাইপ বস্তুতে যেতে পারে না। একই কারণে p-টাইপ বস্তুর হোলও p-টাইপ বস্তু অংশেই থেকে যায়। ফলে ডিপ্লেশন লেয়ারের প্রশস্ততা বৃদ্ধি পায়।

৫) p-টাইপ অর্ধপরিবাহীর আধান বাহক হোল- ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৭]

উ: p-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে বিভব প্রয়োগ করা হলে হোল তার পার্শ্ববর্তী পরমাণু থেকে একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে ফলে পার্শ্ববর্তী পরমাণুতে হোল সৃষ্টি হয়। এভাবে হোল পরমাণু থেকে পরমাণুতে সঞ্চারিত হয়ে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে অর্থাৎ হোল তড়িৎ প্রবাহে আধান বাহকের কাজ করে। এজন্য p-টাইপ অর্ধপরিবাহীর আধান বাহক হোল।

অনুধাবনমূলক

৬) NAND কে সার্বজনীন গেইট বলা হয় কেন?

[রা. বো. '১৫]

উ: NOT গেইট এবং AND গেইটদ্বয়ের সমন্বয়ে NAND গেইট এর উৎপত্তি। NAND গেইটকে সার্বজনীন গেইট বলা হয়, কারণ শুধু NAND গেইট ব্যবহার করে দুই বা ততোধিক ইনপুট এর AND, OR, NOT মৌলিক অপারেশনগুলো করা সম্ভব।

৭) হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতিতে সর্বোচ্চ চার বিট কেন দরকার হয়?

[চ. বো. '১৬]

উ: হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতির বেস 16। হেক্সাডেসিমেল পদ্ধতির সর্বোচ্চ ডিজিট F, যার মান দশমিকে 15 এবং বাইনারিতে 1111। অর্থাৎ সর্বোচ্চ 4টি বিটের প্রয়োজন।

৮) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অর্ধপরিবাহীর রোধ হ্রাস পায় কেন ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৯]

উ: নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রনগুলো পরমাণুতে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। এ তাপমাত্রায় সমযোজী অণুবন্ধনগুলো খুবই সব হয় এবং সবগুলো যোজন ইলেকট্রনই সমযোজী অণুবন্ধন তৈরিতে ব্যস্ত থাকে। ফলে কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না এবং অর্ধ পরিবাহী কেলাস এ অবস্থায় যোজন ব্যান্ড পূর্ণ থাকে এবং যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মাঝে শক্তির ব্যবধান বিরাট হয়। ফলে কোনো যোজন ইলেকট্রন পরিবহন ব্যান্ডে এসে মুক্ত ইলেকট্রনে পরিণত হতে পারে না। ফলে মুক্ত ইলেকট্রন না থাকার কারণে নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহী পদার্থ অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে। তবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলে অর্ধপরিবাহীর অনুবন্ধন ভাঙতে থাকে এবং অণুগুলো ধীরে ধীরে মুক্ত হয়ে চলাচলে সক্ষম হয়। এর ফলে এরা তড়িৎ পরিবহনেও সক্ষম হয়। এজন্যই তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায় তথা রোধ হ্রাস পায়।

৯) বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে তাপদ্রব্য মিশ্রিত বা ডোপায়ন করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৯]

উ: বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সাথে যথোপযুক্ত কোনো অপদ্রব্য খুব সামান্য পরিমাণ (প্রায় দশ কোটি ভাগের এক ভাগ) সুনিয়ন্ত্রিত উপায়ে মেশানো হলে অর্ধপরিবাহীর রোধ অনেকগুণ কমে যায়। এ ধরনের মিশ্রণ প্রক্রিয়ায় বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীকে দূষিত অর্ধপরিবাহীতে পরিণত করাকে ডোপিং বলে। ডোপিং মৌলের প্রকৃতি থেকে নির্ধারিত হয় অর্ধপরিবাহীটি p টাইপ না n টাইপ হবে। ডোপায়নের জন্য ত্রিযোজী মৌল হিসেবে পর্যায় সারণির তৃতীয় সারির মৌল বোরন, অ্যালুমিনিয়াম, গ্যালিয়াম ইত্যাদি এবং পঞ্চযোজী মৌল হিসেবে পর্যায় সারণির পঞ্চম সারির মৌল ফসফরাস, আর্সেনিক, এন্টিমনি, বিসমথ ইত্যাদি অপদ্রব্য ব্যবহৃত হয়।

১০) ডোপিং করলে অর্ধ পরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় কেন?

[য. বো. '১৯]

উ: সাধারণ তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে আধান বাহকের সংখ্যা খুবই কম থাকে বলে এর তড়িৎ পরিবাহিতা কম থাকে। ডোপিং করলে অর্ধপরিবাহীতে হোলের সংখ্যা বা মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। এজন্য ডোপিং করলে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়।

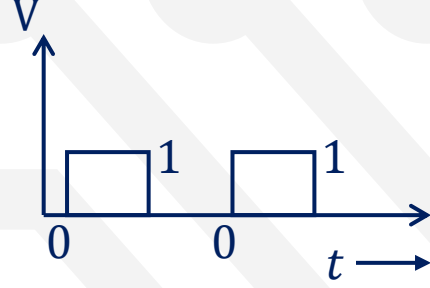
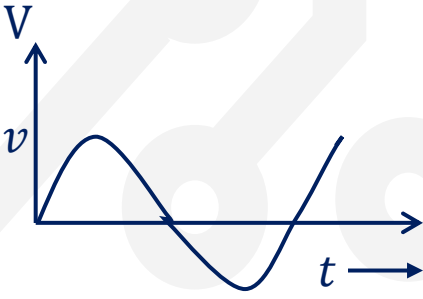
অনুধাবনমূলক

১১) এনালগ পদ্ধতি এবং ডিজিটাল পদ্ধতি এক না ভিন্ন? ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৯]

উ: এনালগ ও ডিজিটাল পদ্ধতি ভিন্ন।

এনালগ পদ্ধতি : যে বর্তনী বা সিস্টেমের মান সময়ের সাথে নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তন হয় তাকে এনালগ পদ্ধতি বলে।



ডিজিটাল পদ্ধতি : যে বর্তনী বা সিস্টেমের মান নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তিত না হয়ে দুটি নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করে চলে তাকে ডিজিটাল পদ্ধতি বলে।

১২) ডোপায়ন তড়িৎ প্রবাহে কী ভূমিকা রাখে বা তড়িৎ পরিবাহীতাকে প্রভাবিত করে- ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৭]

উ: আমরা জানি, সাধারণ তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে আধান বাহকের সংখ্যা খুবই কম থাকে অর্থাৎ এর তড়িৎ পরিবাহিতা কম থাকে। ডোপিং এর মাধ্যমে বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি করা যায়। অন্যভাবে বলা যায় বিশুদ্ধ অর্ধ পরিবাহিতা খুব সামান্য পরিমাণ বিশেষ ধরনের অপদ্রব্য মিশ্রিত করলে হালের সংখ্যা বা মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। ফলে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। অতএব, আমরা বলতে পারি ডোপায়ন বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে।

১৩) n-p-n ট্রানজিস্টর p-n-p ট্রানজিস্টরের চেয়ে বেশি কার্যকর- ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৭]

উ: n-p-n ট্রানজিস্টর ও p-n-p ট্রানজিস্টরের কার্যনীতি একই রকম হলেও এদের পার্থক্য হলো আধান বাহকে। n-p-n ট্রানজিস্টরের আধান বাহক ইলেকট্রন অন্যদিকে p-n-p ট্রানজিস্টরের আধান বাহক হোল। ইলেকট্রন, হোল অপেক্ষা অধিক দ্রুত পরিবাহক। ফলে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সি বা কম্পিউটার বর্তনীতে n-p-n ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা হয়। এজন্য n-p-n ট্রানজিস্টর p-n-p ট্রানজিস্টরের চেয়ে বেশি কার্যকর।

১৪) অর্ধ-পরিবাহীকে তাপ দিলে পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৬]

উ: অর্ধ-পরিবাহীকে তাপ দিলে পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে। কারণ আমরা জানি, পরিবাহিতা রোধের ব্যস্তানুপাতিক। কাজেই তাপমাত্রা বাড়লে অর্ধপরিবাহীর রোধ হ্রাস পাবে। এর কারণ হলো তাপমাত্রা বাড়ালে অতিরিক্ত শক্তি পাওয়ায় অণু পরমাণুগুলোর কম্পন বেড়ে যায় ফলে এরা বন্ধন ভেঙ্গে অনেকটা স্বাচ্ছন্দ্যে চলাচল করতে পারে যা পরিবাহিতা বৃদ্ধিতে ভূমিকা রাখে।

অনুধাবনমূলক

১৫) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় কেন?

[কু. বো. '১৬]

উ: আমরা জানি, পরম শূন্য তাপমাত্রায় অর্ধ পরিবাহীর ইলেকট্রনগুলো পরমাণুতে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। এই তাপমাত্রায় সহযোগী অণুবন্ধনগুলো খুবই সবল হয় এবং সবগুলো যোজন ইলেকট্রনই সহযোগী অণুবন্ধন তৈরিতে ব্যস্ত থাকে। ফলে কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে কিছু সংখ্যক সহযোগী অণুবন্ধন ভেঙে যায় এবং কিছু ইলেকট্রন পরিবহন ব্যাণ্ডে প্রবেশ করার মতো যথেষ্ট শক্তি অর্জন করে এবং মুক্ত ইলেকট্রনে পরিণত হয়। এসময় সামান্য বিভব পার্থক্য প্রয়োগে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে অর্থাৎ এর পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায়।

১৬) বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে অপদ্রব্য মিশ্রিত করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৬]

উ: যখন অন্য কোনো পদার্থের উপস্থিতিতে অর্ধ-পরিবাহীর আচরণ প্রভাবিত হয় না তখন তাকে বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহী বলে। অর্ধ-পরিবাহীর পরিবাহিতা সুপরিবাহী পদার্থ ও উত্তম অন্তরকের মাঝামাঝি। সাধারণত বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহী পদার্থ অপরিবাহী হিসেবে কাজ করে। অর্ধপরিবাহীতে যদি কোনো নির্দিষ্ট অপদ্রব্য খুব সামান্য অংশে (দশ লক্ষ ভাগের এক ভাগ) মেশানো হয় তাহলে অর্ধ-পরিবাহীর রোধ অনেক কমে যায় এবং অর্ধ-পরিবাহীটি পরিবাহী হিসেবে কাজ করে। তাই বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে অপদ্রব্য মেশাতে হয়।

১৭) বিমুখী ঝোঁকে ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার বৃদ্ধি পায় কেন?

[দি. বো. '১৫]

উ: বিমুখী ঝোঁকে কোষের ধনাত্মক প্রান্ত n-টাইপ এবং ঋণাত্মক প্রান্ত p-টাইপ বস্তুর সাথে সংযুক্ত থাকে। এক্ষেত্রে n-টাইপ বস্তুর মুক্ত ইলেকট্রন ধনাত্মক প্রান্তের আকর্ষণের ফলে n -টাইপ বস্তুতেই থেকে যায় এবং জাংশন পার হয়ে কিছুতেই p-টাইপ বস্তুতে যেতে পারে না। একই কারণে p-টাইপ বস্তুর হোলও p-টাইপ অংশেই থেকে যায়। ফলে ডিপ্লেশন লেয়ারের প্রশস্ততা বৃদ্ধি পায়।

১৮) p-n জাংশন ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার চার্জ নিরপেক্ষ কেন?

[দি. বো. '১৬]

উ: একটি p টাইপ ও একটি n টাইপ অর্ধপরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থাধীনে সংযুক্ত করলে সংযোগ পৃষ্ঠকে p-n জাংশন বলে। p-n জংশনের যে পাশের p টাইপ অঞ্চল সেখানে সংখ্যা গুরু বাহক হোল এবং যে পাশে n টাইপ অঞ্চল সেখানে ইলেকট্রনের আধিক্য অনেক বেশি থাকে। যখন n টাইপ অঞ্চল এবং p টাইপ অঞ্চল যুক্ত হয় তখন n এর ইলেকট্রনগুলো p এর হোল দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে ব্যাপন ক্রিয়ার মাধ্যমে জাংশনের দিকে ছুটে যায় একইভাবে p অঞ্চলের হোলগুলো n এর ইলেকট্রন দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে ব্যাপনের মাধ্যমে সংযোগস্থলের দিকে ছুটে যায়। এভাবে p-n জংশন স্থলে ইলেকট্রন ও হোল পরমাণু মিলিত হয়ে নিরপেক্ষ হয়ে যায়।

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

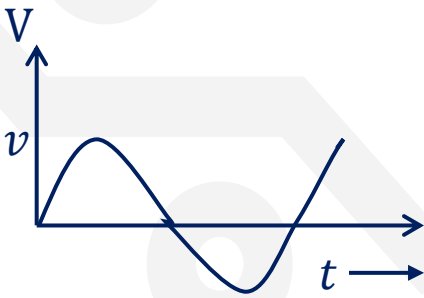
অনুধাবনমূলক

১৯) তাপমাত্রার পরিবর্তন সাপেক্ষে অর্ধপরিবাহী ও পরিবাহীর রোধের মধ্যে ভিন্নতা কিরূপ দেখা যায়? [সি. বো. '১৫]

উ: তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে অর্ধপরিবাহী ও পরিবাহীর রোধের পরিবর্তন ঘটে। তাপমাত্রা বাড়লে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। আমরা জানি, পরিবাহিতা রোধের ব্যস্তানুপাতিক। কাজেই, তাপমাত্রা বাড়লে অর্ধপরিবাহীর রোধ হ্রাস পাবে এবং তাপমাত্রা কমলে অর্ধপরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পাবে। আবার, তাপমাত্রা বাড়লে অতিরিক্ত শক্তি পাওয়ায় অণু পরমাণুগুলোর কম্পন বেড়ে যায়, ফলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর সাথে এদের সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং প্রবাহ চলার পথে বেশি বাধার সৃষ্টি হয়- এতে করে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায়। কাজেই, তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পাবে এবং তাপমাত্রা কমলে পরিবাহীর রোধ হ্রাস পাবে।

২০) একটি ডিজিটাল ও একটি এনালগ সিগনাল অঙ্কন করে দেখাও। [ঢা. বো. '১৭]

উ: নিচে একটি ডিজিটাল ও একটি এনালগ সিগনাল অঙ্কন করা হলো-



এনালগ সিগনাল



ডিজিটাল সিগনাল

২১) ট্রানজিস্টরে ডিসি বায়াসিং অবস্থায় বেস কারেন্ট খুব কম হয় কেন? [কু. বো. '১৭]

উ: ডিসি বায়াসিং এর ক্ষেত্রে p অঞ্চল n অঞ্চলের তুলনায় বেশি ধনাত্মক হয়। এর ফলে n অঞ্চলের ইলেকট্রনগুলো সহজেই p অঞ্চলে চলে আসতে পারে। অর্থাৎ এমিটার থেকে ইলেকট্রনগুলো বেসে চলে আসে। ফলে অ্যামিটার নিঃসারক প্রবাহ I_E সৃষ্টি হয়। ইলেকট্রনগুলো p টাইপ বেসে প্রবেশ করার ফলে সেখানকার হোল এর সাথে মিলতে চায়, কিন্তু বেস খুব পাতলা হওয়ার কারণে সামান্য কিছু ইলেকট্রন হোল-এর সাথে মিলিত হয়ে ক্ষুদ্র বেস প্রবাহ সৃষ্টি করে।

২২) n-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী তড়িৎ নিরপেক্ষ কি-না- ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৭]

উ: আমরা জানি, n টাইপ অর্ধ পরিবাহীতে অতিরিক্ত কিছু ইলেকট্রন থাকে। কিন্তু এই অতিরিক্ত ইলেকট্রন সরবরাহ করে দাতা পরমাণু। এই ইলেকট্রনগুলো মুক্তভাবে চলাচল করতে পারলেও দাতা পরমাণু ইলেকট্রন দান করে ধনাত্মকভাবে আহিত থাকে। ফলে n টাইপ অর্ধপরিবাহীটি প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ নিরপেক্ষ থাকে।

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

অনুধাবনমূলক

২৩) ট্রানজিস্টর কি ডায়োড? ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৭]

উ: একটি p টাইপ ও একটি n টাইপ অর্ধপরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থায় সংযুক্ত করলে সংযোগ পৃষ্ঠকে p-n জংশন ডায়োড বলে। যা রেকটিফায়ার ও সুইচ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অপরপক্ষে ট্রানজিস্টর হচ্ছে তিন প্রান্ত বিশিষ্ট একটি অর্ধপরিবাহী ডিভাইস যার অন্তর্মুখী প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে বহির্মুখী প্রবাহবিভব পার্থক্য ও ক্ষমতা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। দুটি অর্ধপরিবাহী ডায়োডকে পাশাপাশি যুক্ত করে একটি অর্ধপরিবাহী ট্রায়োড বা ট্রানজিস্টর তৈরি করা হয়। তাই ট্রানজিস্টরকে দুটি ডায়োডের সমন্বয় বলা যায়।

২৪) p-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী তড়িৎ নিরপেক্ষ কি-না- ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৫]

উ: সাধারণভাবে আমরা জানি, p টাইপ বস্তুতে অতিরিক্ত কিছু হোল আছে। কিন্তু এই অতিরিক্ত ইলেকট্রন সরবরাহ করে দাতা অপদ্রব্য। এই দাতা অপদ্রব্য নিজে তড়িৎ নিরপেক্ষ। যখন অপদ্রব্য মেশানো হয় তখন যাকে 'অতিরিক্ত ইলেকট্রন' বলা হয় প্রকৃতপক্ষে তা অর্ধপরিবাহী কেলাসে সমযোজী বন্ধন গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় সংখ্যক হোলের অতিরিক্ত। এই অতিরিক্ত হোল মুক্ত হোল এবং এরা অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে। তাই বলা যায়, p টাইপ সেমিকন্ডাক্টর প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ নিরপেক্ষ।

২৫) ট্রানজিস্টরের বেস অংশ পাতলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৫; ব. বো. '১৫]

উ: একটি ট্রানজিস্টরের তিনটি অংশের মধ্যে মাঝের অংশটিকে বলা হয় ভূমি বা বেস। ট্রানজিস্টরের এ বেস অংশটি খুব পাতলা রাখা হয় অর্থাৎ পুরুত্ব খুব কম রাখা হয় এবং খুবই সামান্য পরিমাণে অপদ্রব্য মিশ্রণ করা হয়, যাতে এমিটার বা নিঃসারক থেকে বাহক আধান প্রবাহের সময় কম দূরত্ব অতিক্রম করতে হয় এবং বিপরীত আধানের সঙ্গে মিলিত হয়ে নিরপেক্ষ না হয়।

২৬) ট্রানজিস্টরকে অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা হয় কেন?

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

উ: আমরা জানি, ট্রানজিস্টর পীঠ প্রবাহের সামান্য পরিবর্তন সংগ্রাহক প্রবাহের বিরাট পরিবর্তন ঘটায়। ট্রানজিস্টর পীঠ প্রবাহকে 50 থেকে 100 গুণ বাড়িয়ে দিয়ে সংগ্রাহক প্রবাহ হিসেবে প্রদান করতে পারে। তাই বিভিন্ন ইলেকট্রনিক বর্তনীতে সংকেতকে বিবর্ধিত করার জন্য ট্রানজিস্টরকে অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

অনুধাবনমূলক

২৭) অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর প্রয়োজনীয়তা কী ?

[কু. বো. '১৫]

উ: তাপের প্রভাবে বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে তড়িৎবাহক হোল বা মুক্ত ইলেকট্রন সৃষ্টি হয়। কিন্তু সাধারণ তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে এ আধান বাহকের সংখ্যা খুবই কম, অর্থাৎ এর তড়িৎ পরিবাহিতা খুব কম। ডোপিং প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীর পরিবাহিতা লক্ষণীয়ভাবে বৃদ্ধি করা যায়। অন্যভাবে বলা যায়, বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে খুব সামান্য পরিমাণ বিশেষ ধরনের অপদ্রব্য মিশ্রিত করলে হেলের সংখ্যা বা মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা অনেক বাড়ানো যায়, ফলে তড়িৎপরিবাহিতাও বৃদ্ধি পায়। এভাবে অপদ্রব্য মিশ্রিত অর্ধ-পরিবাহীকে অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী বলে। অতএব বলা যায়, বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা কম বলে অবিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহী প্রয়োজন।

২৮) N-শ্রেণির অর্ধপরিবাহীতে সংখ্যাগরিষ্ঠ বাহক ইলেকট্রন কেন থাকে?

[দি. বো. '১৭]

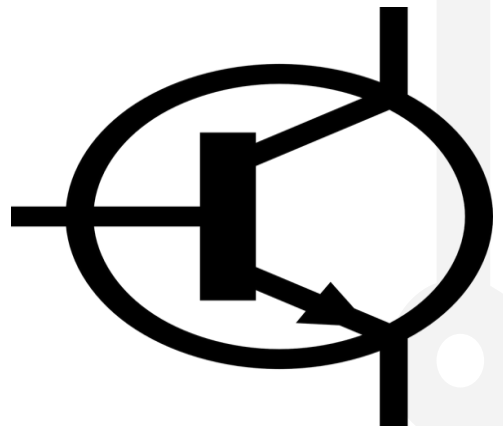
উ: জার্মেনিয়াম বা সিলিকন অর্ধপরিবাহীর সাথে পঞ্চযোজী মৌল মিশিয়ে n-টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরি হয়। যেমন, এন্টিমনি, আর্সেনিক ইত্যাদি। এন্টিমনি বা জার্মেনিয়ামের ৫ টি যোজন ইলেকট্রনের ৪ টি জার্মেনিয়াম বা সিলিকনের ৪ টি যোজন ইলেকট্রনের অংশীদার হয়ে বা পাশাপাশি অবস্থানের মাধ্যমে সমযোজী বন্ধন গঠন করে। প্রতিটি আর্সেনিক বা এন্টিমনি পরমাণুর একটি ইলেকট্রন উদ্বৃত্ত থাকে এবং ঐ ইলেকট্রনের কেলাসের মধ্যে স্বাধীনভাবে ঘুরে বেড়াতে পারে। সুতরাং n-টাইপ অর্ধ পরিবাহীতে ইলেকট্রন ও হোল উভয়ের উপস্থিতি থাকলেও সংখ্যাগরিষ্ঠ বাহক হিসেবে থাকে ইলেকট্রন।

২৯) আদর্শ ডায়োডের বৈশিষ্ট্য-ব্যাখ্যা কর।

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

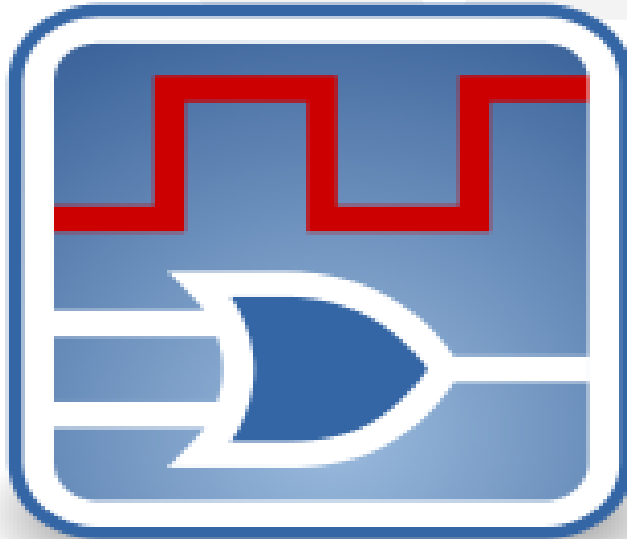
উ: আদর্শ ডায়োডের বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ -

- (ক) সম্মুখী বায়াসে এটি পরিবাহকের মত কাজ করে।
- (খ) বিমুখী বায়াসে অন্তরকের মত কাজ করে।
- (গ) এতে থ্রেসহোল্ড বা নী ভোল্টেজের ব্যাপার নেই।
- (ঘ) এতে সম্মুখী বিভব পতন শূন্য।



নিজে কর

- ১) শক্তি ব্যান্ড কীভাবে সৃষ্টি হয়?
- ২) জেনার ভোল্টেজকে কেন বিনাশী ভোল্টেজ বলা হয়? ব্যাখ্যা কর।
- ৩) $p-n$ জাংশনে ডিপ্লেশন স্তর তৈরি হয় কীভাবে? ব্যাখ্যা কর।
- ৪) $p-n$ জাংশনে সম্মুখী ঝাঁক ব্যাখ্যা কর।
- ৫) ঝাঁক ব্যতীত $p-n$ জাংশনে দুই প্রান্তের বিভব মাপা সম্ভব কি? ব্যাখ্যা কর।
- ৬) ট্রানজিস্টরকে অ্যাম্প্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা হয় কেন?
- ৭) ডায়োড কেন একমুখীকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়- ব্যাখ্যা কর।



সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

বাইনারি, অক্টাল,
হেক্সাডেসিমাল ও এদের
বেস(Base)

সংখ্যা পদ্ধতি

শক্তি ব্যাস

অর্ধপরিবাহী

ডোপায়ন

$p - type / n - type$
অর্ধপরিবাহী

$p - n$ জংশন

সম্মুখ ঝোঁক

জেনার ভোল্টেজ

ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ

রেকটিফায়ার

ট্রানজিস্টর

প্রবাহ বিবর্ধক গুণক

ট্রানজিস্টরে ইমিটার এবং
বেস সমান পরিমাণে
ডোপায়িত থাকে না-ব্যাখ্যা

তাপমাত্রার পরিবর্তনে
অর্ধপরিবাহী এবং
পরিবাহীর রোধের
ভিন্নতা $n - p - n$
ট্রানজিস্টর, $p - n - p$
এর থেকে বেশি কার্যকর

$p - type$ অর্ধপরিবাহীতে
আধান বাহক হোল ব্যাখ্যা
কর

ট্রানজিস্টরে রিভার্স বায়াসিং
অবস্থায় বেস কারেন্ট খুব
কম হয় কেন

$n - type$ অর্ধপরিবাহী
তড়িৎ নিরপেক্ষ - কি না

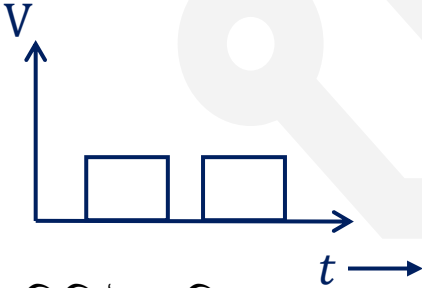
অর্ধ-পরিবাহীকে তাপ দিলে
পরিবাহীতে রূপান্তরিত হয়
ব্যাখ্যা

$NAND$ -কে সার্বজনীন
গেট বলা হয়-ব্যাখ্যা

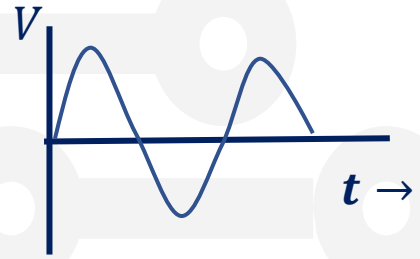
সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- অতি নিম্ন তাপমাত্রায় অতি পরিবাহী পদার্থের রোধ শূন্যে নেমে আসে।
- পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারে আউটপুট পাওয়া যায় ইনপুটের পূর্ণচক্রের জন্য।
- জেনার ভোল্টেজ পাওয়া যায় রিভার্স বায়াসে।
- I_C এবং I_E লেখচিত্রের ঢাল হলো, α
- বাইনারিতে 0 দিয়ে ভাগ করলে-অর্থহীন হবে।
- অর্ধপরিবাহীতে শক্তির ব্যবধান 1 eV
- NOT গেটের ক্ষেত্রে ইনপুট হাই হলে আউটপুট লো হয়।
- কার্বন হলো অন্তরক পদার্থ।
- AND গেটের সকল ইনপুট 1 হলেই আউটপুট কেবলমাত্র 1 হয়।
- বাইনারি পদ্ধতিতে লজিক অবস্থা 2টি।



ডিজিটাল সিগন্যাল



অ্যানালগ সিগন্যাল

- বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ভেজাল মিশ্রণ করে পরিবাহিতা বৃদ্ধি করা যায়।
- বাইনারি পদ্ধতিতে চার ডিজিটের সর্বোচ্চ 15টি নম্বর দেওয়া যাবে।
- অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ $10^{-4}\ \Omega m$ ক্রমের।
- পরিবহন ব্যান্ড ও যোজন ব্যান্ড এর মধ্যবর্তী নিষিদ্ধ অঞ্চলে ইলেকট্রন থাকতে পারে না।
- রাবার, জার্মেনিয়াম, সিলিকন, তামা এর মধ্যে রাবারের আপেক্ষিক রোধ বেশি।

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী, অন্তরক এর মধ্যে অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ মাঝামাঝি।
- হোল তড়িৎ পরিবাহীতে অংশ নেয়, ধনাত্মক চার্জযুক্ত, যোজন ব্যান্ড সৃষ্টি করে।
- যোজন ব্যান্ডের শক্তি পাল্লার মধ্যে (i) যোজন ইলেকট্রন অবস্থান করে (ii) পরমাণু সর্ববহিঃস্থ কক্ষে পরিবহন ইলেকট্রন থাকে।
- ট্রানজিস্টর আবিষ্কারের জন্য 1956 সালের নভেম্বরে ব্রাইটেন নোবেল পুরস্কার পান।
- কোনো সংখ্যা লেখা বা প্রকাশ করার পদ্ধতিকে বলা হয় সংখ্যা পদ্ধতি।
- দশমিক পদ্ধতিতে চিহ্ন আছে 10টি। বাইনারি পদ্ধতিতে ব্যবহৃত মৌলিক চিহ্ন 0 এবং 1।
- আটটি বিট নিয়ে গঠিত হয় একটি বাইট।
- বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতির বেস 2, অকটাল সংখ্যা পদ্ধতির বেস 8, হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতির বেস 16।
- আমরা সাধারণত যে সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার করে গাণিতিক কাজ করি তার নাম ডেসিমেল বা দশমিক পদ্ধতি।
- সরলতম সংখ্যা পদ্ধতি হচ্ছে বাইনারি, কম্পিউটার ও ক্যালকুলেটরের অভ্যন্তরীণ হিসাব করা হয় বাইনারি পদ্ধতিতে।
- *Exclusive OR* গেটকে সংক্ষেপে *XOR* বলে। *NOT* গেটের আউটপুট সর্বদা ইনপুটের বিপরীত হয়। একটি ইনপুট একটি আউটপুট থাকে *NOT* গেটের।
- *OR* গেট এবং *NOT* গেট যুক্ত করলে *NOR* গেট হয়। দুটি মৌলিক গেট *AND* এবং *NOT* গেট যুক্ত করে *NAND* গেট তৈরি করা হয়।
- *NOR* গেটের দুইটি ইনপুট X ও Y এবং আউটপুট F হলে $F = \overline{X + Y}$ হবে।
- X ও Y ইনপুটবিশিষ্ট একটি *XOR* গেটের আউটপুট $F = X(+)Y$, *NAND* গেটের দুটি ইনপুট X ও Y হলে আউটপুট $F = \overline{X.Y}$ ।
- *OR*
 - (i) দুই বা ততোধিক ইনপুট দিলে একটি আউটপুট পাওয়া যায়।
 - (ii) বর্তনীর সমতুল্য হলো একটি সমান্তরাল সুইচ বর্তনী।
 - (iii) এর আউটপুট ইনপুটগুলোর যৌক্তিক যোগের সমান।

গেটে-

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

- *DM74LS32N* হলো সমন্বিত বর্তনী। এছাড়াও *HD74LS08P, HD7404P, HD7402P, HD742S00P* হলো বিভিন্ন মানের সমন্বিত বর্তনী।
- *OR* গেটের আউটপুট ইনপুটের যৌক্তিক তাৎপর্যের সমান।
- ট্রানজিস্টর বায়াসিং এ বেস এমিটার সম্মুখ ঝোঁক এবং কালেক্টর এমিটার বিপরীত ঝোঁকে সংযোগ দেওয়া হয়।

