

জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন

প্রশ্ন + উত্তর

অধ্যায়ঃ তাপগতিবিদ্যা

জ্ঞানমূলক

★★★ (১) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি বিবৃত কর

উত্তরঃ দুটি বস্তু যদি তৃতীয় কোনো বস্তু (তাপমান যন্ত্র) এর সাথে পৃথকভাবে তাপীয় সাম্যে তাকে তবে প্রথমোক্ত বস্তু দুটি পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যে থাকবে।

★★★ (২) এনট্রপি কী?

উত্তরঃ কোনো সিস্টেমের শক্তি রূপান্তরের অক্ষমতা বা অসম্ভাব্যতাকে বা রূপান্তরের জন্য শক্তির অপ্রাপ্যতাকে এনট্রপি বলে।

★★★ (৩) অন্তঃস্থ শক্তি কী/অভ্যন্তরীণ শক্তি কী??

উত্তরঃ প্রত্যেক বস্তুর অভ্যন্তরস্থ অণু, পরমাণু ও মৌলিক কণাসমূহের গতিশক্তি এবং তাদের মধ্যকার আন্তঃআণবিক বলের কারণে উদ্ভূত শক্তিকেই অন্তঃস্থ শক্তি বলে।

★★★ (৪) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র বিবৃত কর।

উত্তরঃ যখন কাজ সম্পূর্ণভাবে তাপে বা তাপ সম্পূর্ণভাবে কাজে রূপান্তরিত হয় তখন কাজ ও তাপ পরস্পরের সমানুপাতিক হয়।

★★★ (৫) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তরঃ কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপশক্তিকে সম্পূর্ণরূপে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরে সক্ষম এমন যন্ত্র নির্মাণ সম্ভব নয়।

★★★ (৬) পানির ত্রৈধবিন্দু কাকে বলে?

উত্তরঃ যে তাপমাত্রা ও চাপে পানি একই সাথে কঠিন, তরল ও বায়বীয় অবস্থায় বিরাজ করতে পারে, তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে। পানির ত্রৈধবিন্দু $273.16K$ এবং $4.58mm$ পারদ চাপ।

★★★ (৭) প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে?

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

★★★ (৮) তাপীয় সমতা কী?

উত্তরঃ যখন দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হয় তখন সেই অবস্থাকে বলা হয় তাপীয় সমতা।

★★★ (৯) সিস্টেম কী?

উত্তরঃ পরীক্ষা নিরীক্ষার সময় আমরা জড় জগতের খানিকটা নির্দিষ্ট অংশ বিবেচনা করি। জড় জগতের এই নির্দিষ্ট অংশকে সিস্টেম বলে।

★★★ (১০) মোলার তাপ ধারণ ক্ষমতা কাকে বলে?

উত্তরঃ কোনো পদার্থের 1 mole এর উষ্ণতা 1K বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপকে ঐ পদার্থের মোলার তাপ ধারণ ক্ষমতা বলে।

★★★ (১১) কার্নো চক্র কী?

উত্তরঃ 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 এবং একটি সমোষ্ণ সংকোচন ও একটি রুদ্ধতাপ সংকোচনের পর পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে, তাকে কার্নো চক্র (Carnot cycle) বলে।

★★★ (১২) তাপ ইঞ্জিন কী?

উত্তরঃ যে যন্ত্র দ্বারা তাপশক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করা যায় তাকে তাপ ইঞ্জিন বলে।

★★★ (১৩) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া কী?

উত্তরঃ যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তনের পরিবর্তন হয় কিন্তু পরিবেশের সাথে তাপের আদান-প্রদান হয় না অর্থাৎ এনট্রপি ধ্রুব থাকে তাকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে।

★★★ (১৪) অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে?

উত্তরঃ যে সকল প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না অর্থাৎ সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয় না, তাকে অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে।

★★★ (১৫) আপেক্ষিক তাপ কাকে বলে?

উত্তরঃ কোনো পদার্থের 1kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ বলে।

★★ (১৬) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া কাকে বলে?

উত্তরঃ যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয়, কিন্তু তাপমাত্রা স্থির থাকে, তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

★★ (১৭) তাপ ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা কী?

উত্তরঃ কোনো তাপ ইঞ্জিন দ্বারা কাজে রূপান্তরিত তাপশক্তির পরিমাণ এবং ইঞ্জিন দ্বারা শোষিত তাপশক্তির পরিমাণের অনুপাতকে তাপ ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা বলে।

★★ (১৮) তাপীয় সিস্টেম কী?

উত্তরঃ তাপগতীয় সিস্টেম বলতে তল বা বেষ্টনী দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ বস্তুকে বুঝায় যেখানে তাপগতীয় চলরাশি চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন।

★★ (১৯) উষ্ণতা কাকে বলে?

উত্তরঃ উষ্ণতা কোনো বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা ঐ বস্তু হতে অন্য বস্তুতে তাপের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে এবং তাপ প্রবাহের অভিমুখ নির্ধারণ করে।

★★ (২০) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া কাকে বলে?

উত্তরঃ যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয়, কিন্তু তাপমাত্রা স্থির থাকে, তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

★★ (২১) উষ্ণতামিতি ধর্ম কী?

উত্তরঃ উষ্ণতার পরিবর্তনে পদার্থের যে বিশেষ বিশেষ ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং যে ধর্মের পরিবর্তন লক্ষ করে সহজ ও সূক্ষ্মভাবে উষ্ণতা নির্ণয় করা যায় তাকে উষ্ণতামিতি ধর্ম বলে।

অনুধাবনমূলক

★★★ (১) রুদ্ধতাপীয় সংকোচনে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায় কেন?

উত্তরঃ রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের সময় সিস্টেম কর্তৃক সম্পাদিত কাজ সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি দ্বারা সম্পাদিত হয় বলে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি তথা তাপমাত্রা হ্রাস পায়। কিন্তু রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের সময় বাইরে থেকে শক্তি সরবরাহ করে সিস্টেমের ওপর কাজ সম্পাদিত হয় বলে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ তাপমাত্রাও বৃদ্ধি পায়।

★★★ (২) কার্নো ইঞ্জিনকে প্রত্যাগামী ইঞ্জিন বলা হয় কেন?

উত্তরঃ প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে আদি অবস্থায় ফেরত আসতে পারে। প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া সম্পন্ন করার পূর্বশর্ত হচ্ছে কোনো তাপশক্তি অপচয় বা ক্ষয় হওয়া যাবে না। কার্নো চক্রে ঘর্ষণহীন পিস্টন ও সিলিন্ডার ব্যবহৃত হয়। কার্যকরী পদার্থের উপর প্রযুক্ত প্রক্রিয়াগুলো খুব ধীরে সংঘটিত হয় এবং পিস্টন ও সিলিন্ডারে আদর্শ তাপ সুপরিবাহী ও তাপ অন্তরক ব্যবহৃত হয় এবং তাপ উৎস ও তাপগ্রাহকের উপাদান এমন অতি উচ্চ তাপগ্রাহিতাযুক্ত করা হয় যে, সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় প্রকৃতপক্ষেই তাপমাত্রা স্থির থাকে। তাই একটি চক্র শেষে সিস্টেম ও পরিপার্শ্বের কোনোরূপ নিট পরিবর্তন না করেই উভয়েই প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে যেতে পারে। তাই কার্নো ইঞ্জিনকে প্রত্যাগামী ইঞ্জিন বলা হয়।

★★★ (৩) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র হতে কীভাবে তাপমাত্রার ধারণা পাওয়া যায়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র অনুযায়ী দুটি বস্তু যদি তৃতীয় কোনো বস্তুর সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তবে প্রথমোক্ত বস্তুদ্বয় পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকবে। এখানে তাপীয় সাম্যাবস্থা বলতে এমন একটি অবস্থাকে বুঝানো হয়েছে যখন এদের মধ্যে কোনো তাপীয় আদান প্রদান হয় না। এর থেকে ধারণা করা যায় বস্তুসমূহের মধ্যে কোনো একটি ভৌত পরিমাপ বিদ্যমান, যা সমান হলে বস্তুসমূহ তাপীয় আদান-প্রদান করে না। এই ভৌত পরিমাপটিই হলো তাপমাত্রা, যার ধারণা শূন্যতম সূত্র হতে এসেছে।

★★★ (৪) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় পাত্রের দেওয়াল অপরিবাহী রাখা হয় কেন?

উত্তরঃ যে প্রক্রিয়ায় সিস্টেম তাপ গ্রহণ অথবা তাপ বর্জন করে না তাকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে অর্থাৎ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কোনো তাপ বাহির হতে সরবরাহ করা হয় না বা অপসারণ করা হয় না। রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে পাত্রের দেওয়াল অপরিবাহী রাখা হয় যাতে বাইরের সাথে তাপ আদান-প্রদানের কোনো সুযোগ না থাকে।

★★★ (৫) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এনট্রপি স্থির থাকে- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেম থেকে তাপ বাইরে যায় না বা বাইরে থেকে তাপ সিস্টেমে প্রবেশ করে না। অর্থাৎ, $dQ = 0$ আমরা জানি, এনট্রপি হচ্ছে তাপীয় বিশৃঙ্খলার পরিমাপ এবং কোনো একটি নির্দিষ্ট প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন, $ds =$ এখানে, $dQ = 0$ হলে, $ds = 0$ অর্থাৎ এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য, যা নির্দেশ করে

প্রক্রিয়াটির আদি ও চূড়ান্ত এনট্রপির পরিমা একই। তাই রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এনট্রপি স্থির থাকে।

★★★ (৬) জগতের তাপীয় মৃত্যুর জন্য দায়ী এনট্রপি ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সকল স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তন সর্বদা সাম্যাবস্থার দিকে ধাবিত করে অর্থাৎ স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তনে এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। পৃথিবীর সকল বস্তুই সাম্যাবস্থা পেতে চায়, এজন্য প্রতিনিয়ত পৃথিবীর এনট্রপি বাড়ছে এবং অসীমের দিকে ধাবিত হচ্ছে। এনট্রপির বৃদ্ধি যখন সর্বোচ্চ মানে পৌঁছাবে তখন সবকিছুর তাপমাত্রা এক হয়ে যাবে। ফলে তাপশক্তিকে আর যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা যাবে না অর্থাৎ জগতের তাপীয় মৃত্যু ঘটবে।

★★★ (৭) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি শক্তির নিত্যতার একটি বিশেষ রূপ মাত্র— ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ যদি তাপ ও কাজের মধ্যে সম্পূর্ণরূপে পারস্পরিক রূপান্তর সম্ভব হয় তবে কাজ, তাপের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $W \propto Q$ । কিন্তু কোনো সিস্টেমে তাপ সরবরাহ করা হলে এর সবটাই কাজে রূপান্তরিত হয় না, এর কিছু অংশ সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধিতে ব্যয় হয়। কোনো সিস্টেম Q পরিমাণ তাপ গ্রহণ করে যদি অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি dU এবং সিস্টেম কর্তৃক পরিবেশের উপর সম্পাদিত কাজ W হয় এবং তাপ ও কাজ একই এককে হলে- $dQ=dU+dW$.

সুতরাং তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি শক্তির নিত্যতার একটি বিশেষ রূপ মাত্র।

★★★ (৮) C_p , C_v এর চেয়ে বড় কি? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে উত্তপ্ত করলে চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কিন্তু বাহ্যিক কাজ সম্পন্ন হয় না। কিন্তু চাপ স্থির রেখে উত্তপ্ত করলে আয়তন ও তাপমাত্রা উভয়ই বাড়ে। ফলে বাহ্যিক কাজ সম্পন্ন হয়। তাই স্থির আয়তনে 1 mol গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন তা হতে স্থির চাপে ওই গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে বেশি তাপের প্রয়োজন হয়। তাই $C_p > C_v$.

★★★ (৯) জগতের এনট্রপি বৃদ্ধি পাচ্ছে- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ মহাবিশ্বের এনট্রপি চরমের দিকে অগ্রসর হচ্ছে। আমরা জানি, অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায় এবং মহাবিশ্বের অধিকাংশ প্রক্রিয়াই অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া। বিভিন্ন বস্তুর মধ্যে তাপমাত্রার পার্থক্য থাকলে তাপের পরিবহন, বিকিরণ প্রভৃতি অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়াসমূহ অব্যাহতভাবে চলতে থাকে। ফলে মহাবিশ্বের এনট্রপি ক্রমাগত বেড়েই চলছে।

★★★ (১০) কার্নোর ইঞ্জিনে দ্বিতীয় ধাপে তাপমাত্রা হ্রাস ঘটে কেন?

উত্তরঃ কার্নোর ইঞ্জিনে দ্বিতীয় ধাপে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়। এক্ষেত্রে প্রসারণের জন্য যে শক্তি প্রয়োজন হয় তা অভ্যন্তরীণ শক্তি হতেই ব্যয় হয়। কেননা, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বাইরের সাথে সিস্টেমের কোনো তাপের আদান-প্রদান হয় না। ফলে, সিস্টেমের তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

★★★ (১১) কার্নোর ইঞ্জিনের কার্যনির্বাহক বস্তু পরিবর্তন করলে ঐ ইঞ্জিনের দক্ষতার কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতার সমীকরণ হতে জানি, কর্মদক্ষতা, $n = (1 - 3) \times 100\%$

অর্থাৎ, কর্মদক্ষতা নির্ভর করে কেবলমাত্র তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা T_2 এবং তাপ উৎসের তাপমাত্রা T_1 এর উপর। তাই, কার্নো ইঞ্জিনের কার্যনির্বাহক বস্তু পরিবর্তন করলে ঐ ইঞ্জিনের দক্ষতার কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না।

★★★ (১২) অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া একটি একমুখী প্রক্রিয়া- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ যে প্রক্রিয়া সম্মুখমুখী হওয়ার পর বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না, তাকে অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া বলে। অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় যেহেতু সিস্টেমকে যে পথে যাওয়া হয়েছে, সে পথে আগের বিন্দুতে ফেরত নিয়ে আসা যায় না, তাকেই এটি একটি একমুখী প্রক্রিয়া।

★★★ (১৩) বিশ্বজগৎ ক্রমে ক্রমে তাপীয় মৃত্যুর দিকে এগিয়ে চলছে—ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ তাপ হলো বিশৃঙ্খল শক্তি। শক্তি যখন বিশৃঙ্খলার সৃষ্টি করে তখন তাপের উদ্ভব হয়। অর্থাৎ বিশৃঙ্খলিত শক্তিই তাপরূপে প্রকাশ পায়। অপরপক্ষে শক্তি ছাড়াও বিশৃঙ্খলার অস্তিত্ব থাকতে পারে এবং শক্তি সঞ্চয়ের সাথে সাথেই বিশৃঙ্খলা তাপে পরিণত হয়। যেমন- পদার্থের পরমাণুগুলো ইতস্ততভাবে ছড়িয়ে থাকে কিন্তু এ বিশৃঙ্খলা কোনো শক্তি বহন করে না। উপরিউক্ত আলোচনা থেকে দেখা যায় যে, তাপ হলো শক্তি ও বিশৃঙ্খলার সমন্বয়। কোনো সিস্টেমের বিশৃঙ্খলা বৃদ্ধি পেলে তার

তাপীয় অবস্থার পরিবর্তন হয়। এ পরিবর্তনকে এনট্রপি নামে অভিহিত একটি গাণিতিক ধারণার মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ কোনো সিস্টেমের বিশৃঙ্খলার গাণিতিক প্রকাশকে এনট্রপি বলে। মহাবিশ্বের সিস্টেমে বিশৃঙ্খলা বেড়েই চলছে। অতএব, পৃথিবীর এনট্রপি বৃদ্ধি পাচ্ছে। এনট্রপি বৃদ্ধি পেতে পেতে যখন সর্বোচ্চ মানে পৌঁছাবে তখন সবকিছুর তাপমাত্রা একই হবে, ফলে তাপশক্তিকে আর যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা সম্ভব হবে না। বিজ্ঞানীরা এ অবস্থাকে জগতের তাপীয় মৃত্যু বলে অভিহিত করেছেন।

★★★ (১৪) সমআয়তন প্রক্রিয়ায় কাজ শূন্য কেন? ব্যাখ্যা দাও।

উত্তরঃ যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে সমআয়তন প্রক্রিয়া বলে। সমআয়তন প্রক্রিয়ায় আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয় না, যার ফলে $dV = 0$ । আমরা জানি, তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রকে লেখা যায়, $dQ = dU + dW$

এখানে, $dW = PdV = P \times 0 = 0$ অর্থাৎ সমআয়তন প্রক্রিয়ার কৃতকাজ শূন্য।

★★★ (১৫) তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনও 100% হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো তাপ ইঞ্জিন দ্বারা কাজে রূপান্তরিত তাপশক্তির পরিমাণ এবং ইঞ্জিন দ্বারা শোষিত তাপশক্তির পরিমাণের অনুপাতকে ইঞ্জিনের দক্ষতা বলে।

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

এখন দক্ষতা 100% হলে,

$$100\% = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\text{বা, } \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - 1 = 0$$

বা, $Q_2 = 0$ হবে। ফলে ইঞ্জিন থেকে তাপ বর্জিত না হয়ে সম্পূর্ণটাই কাজে রূপান্তরিত হবে যা তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রকে লংঘন করে। তাই তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা 100% হতে পারেনা।

★★★ (১৬) $C_v < C_p$ কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে উত্তপ্ত করলে চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কিন্তু বাহ্যিক কাজ সম্পন্ন হয় না। কিন্তু চাপ স্থির রেখে উত্তপ্ত করলে আয়তন ও তাপমাত্রা উভয়ই বাড়ে। ফলে বাহ্যিক কাজ সম্পন্ন হয়। তাই স্থির আয়তনে 1 mol গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে তাপের প্রয়োজন তা হতে স্থির চাপে ওই গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে বেশি তাপের প্রয়োজন হয়। তাই $C_v < C_p$

★★★ (১৭) রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংনমিত করলে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কেন?

উত্তরঃ কোনো গ্যাসকে চারিদিকে তাপ রোধক বস্তু দিয়ে ঘিরে ঐ গ্যাসকে যদি দ্রুত সংকুচিত করা হয়, তাহলে গ্যাসের উপর কিছু কাজ করা হবে। ফলে কিছু তাপ উৎপন্ন হবে। এ উৎপন্ন তাপ ঐ গ্যাসের মধ্যেই থেকে যাবে। এতে গ্যাসের অভ্যন্তরীণ

শক্তি ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। এটিই রুদ্ধতাপীয় সংকোচন। যেমন- সাইকেলের টায়ারে হাওয়া ভরার সময় হাওয়া গরম বোধ হয়, যা রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের ফল।

★★★ (১৮) রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ এবং সংকোচনে অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো গ্যাসকে চারিদিকে তাপ রোধক বস্তু দিয়ে ঘিরে ঐ গ্যাসকে যদি দ্রুত সংকুচিত করা হয়, তাহলে গ্যাসের উপর কিছু কাজ করা হবে। ফলে কিছু তাপ উৎপন্ন হবে। এ উৎপন্ন তাপ ঐ গ্যাসের মধ্যেই থেকে যাবে। এতে গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। এটিই রুদ্ধতাপীয় সংকোচন। যেমন- সাইকেলের টায়ারে হাওয়া ভরার সময় হাওয়া গরম বোধ হয়, যা রুদ্ধতাপীয় সংকোচনের ফল।

আবার যদি কোনো গ্যাসকে দ্রুত প্রসারিত করা হয় তাহলে গ্যাস তার অভ্যন্তরীণ শক্তির বিনিময়ে নিজেই কিছু কাজ করে ফলে গ্যাসের উষ্ণতা হ্রাস পায়। এটি রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ। যেমন- সাইকেলের চাকা হঠাৎ ফেটে গেলে যে বাতাস বের হয় তা ঠাণ্ডা বোধ হয় যা রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের ফল।

★★ (১৯) কোনো তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় তাপ সম্পূর্ণরূপে কাজে পরিণত হয়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় তাপ সম্পূর্ণরূপে কাজে পরিবর্তিত হলে সেটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়া হবে। আমরা জানি, যে প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা স্থির থাকে বা অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন হয় না তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে। তাপগতিবিদ্যার সূত্র অনুযায়ী,
$$dQ = dU + dW$$

যেখানে dQ হলো গৃহীত তাপ এবং dU ও dW হলো যথাক্রমে অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ও কৃতকাজ। এখানে, $dU = 0$ হলে, $dQ = dW$ হয় অর্থাৎ সম্পূর্ণ তাপ কাজে পরিণত হয়।

★★★ (২০) দু'টি বরফখণ্ড একটির উপর অপরটি চেপে ধরলে তা একটি খণ্ডে পরিণত হয় কেন?

উত্তরঃ যখন একটি বরফখণ্ড এর উপর আরেকটি বরফখণ্ড রেখে চাপ দেওয়া হয় তখন খণ্ডদ্বয়ের সংযোগস্থলে বরফের গলনাঙ্ক ক যায় ফলে সংযোগস্থলের বরফ গলে পানির একটি পাতলা স্তর তৈরি করে। চাপমুক্ত হওয়ার পর গলনাঙ্ক আবার 0°C হয়। ফে মধ্যবর্তী পানির স্তর জমে যায় এবং বরফখণ্ডদ্বয় জোড়া লেগে একটি খণ্ডে পরিণত হয়।

★★ (২১) প্রকৃতিতে স্বাভাবিক নিয়মে সংঘটিত সকল তাপগতীয় প্রক্রিয়াই অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ যে প্রক্রিয়ায় সম্মুখবর্তী-বিপরীতমুখী প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয় না তাকে অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে। স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তনগুলো সর্বদা একটি নির্দিষ্ট দিকে পরিচালিত হয়। যেমন, তাপ উচ্চ তাপমাত্রা থেকে নিম্ন তাপমাত্রার দিকে সঞ্চারিত হয়। এ ঘটনাটি স্বাভাবিকভাবে বিপরীত দিকে প্রত্যাভর্তন করে আদি অবস্থায় যায় না। তাই স্বাভাবিক নিয়মে সকল তাপগতীয় প্রক্রিয়া অপ্রত্যাবর্তী।

★★★ (২২) রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে সিস্টেম শীতল হয়-ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র হতে, $dQ = du + dW$; রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dQ = 0$ রুদ্ধতাপীয় প্রসারণের ক্ষেত্রে সিস্টেম কাজ করায় dW ধনাত্মক। সুতরাং, $dU = dW$; dU ঋণাত্মক। অভ্যন্তরীণ শক্তির হ্রাস মূলত তাপমাত্রা হ্রাস পেলে ঘটে। অর্থাৎ রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে সিস্টেম শীতল হয়।

★★ (২৩) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় $dW = dQ$ কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা স্থির থাকে তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা স্থির থাকে। ফলে অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন (dU) শূন্য। তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র হতে, $dQ = dU + dW$; সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় $dU = 0$ হওয়ার কারণে $dQ = 0 + dW$ বা, $dQ = dW$ ।

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

উত্তরঃ ক্লিনিক্যাল বা ডাক্তারি থার্মোমিটার যা মানবদেহের তাপমাত্রা বা জ্বর পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত ফারেনহাইট স্কেলে দাগাঙ্কিত থাকে।

মানবদেহের তাপমাত্রা 95°F থেকে 110°F এর মধ্যে থাকে বলে, এই থার্মোমিটারের গায়ে সাধারণত 95°F থেকে 110°F দাগ কাটা থাকে। 0°F থেকে দাগ কাটা থাকে না।

★★ (২৫) গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ $20.8 \text{ J mole}^{-1}\text{K}^{-1}$ বলতে কী বোঝায়?

উত্তরঃ গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ $20.8 \text{ Jmole}^{-1}\text{K}^{-1}$ বলতে বোঝায় এক মোল গ্যাসের তাপমাত্রা এক কেলভিন বৃদ্ধি করতে 20.8J তাপের প্রয়োজন।

★★★ (২৬) বডি স্প্রে ব্যবহারের সময় ঠান্ডা অনুভূত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ বডি-স্প্রের নল দিয়ে স্প্রে বের হওয়ার সময় খুব কম সময়ে এর স্প্রের উপর প্রযুক্ত চাপের মান খুব দ্রুত কমে যায়। এ প্রক্রিয়াটি মূলত রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ প্রক্রিয়ার ন্যায়। এর ফলে স্প্রের আয়তন সম্প্রসারণজনিত শক্তি স্প্রের অন্তঃস্থ শক্তি হতে আসে ফলে স্প্রের অন্তঃস্থ শক্তি কমে যায়, ফলে তাপমাত্রাও কমে যায়। এ কারণে বডি-স্প্রে ব্যবহারে সময় ঠান্ডা অনুভূত হয়।

“Trust yourself that you can do it and get it.”

—Baz Luhrmann

জ্ঞানমূলক+অনুধাবনমূলক সাজেশন

জ্ঞানমূলক



1. তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে? উত্তরঃ কোনো একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর যেকোনো একটি চার্জের পরিমাণ এবং চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে দ্বিমেরু ভ্রামক (Dipole Moment) বলে।	2. ধারকের ধারকত্ব কাকে বলে? উত্তরঃ কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ আধান জমা হলে পাতদ্বয়ের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তাকে ঐ ধারকের ধারকত্ব বলে।
3. এক ইলেকট্রন ভোল্ট কাকে বলে? উত্তরঃ একটি ইলেকট্রনকে একক তড়িৎ বিভববিশিষ্ট দুটি বিন্দুর এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে নিতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে 1 ইলেকট্রন ভোল্ট বলে।	4. তড়িৎ বিভব কী? উত্তরঃ অসীম দূরত্ব হতে একটি একক ধনাত্মক চার্জকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।
5. কুলম্ব কাকে বলে। উত্তরঃ দুটি সমধর্মী ও সমপরিমাণ বিন্দু চার্জকে বায়ু বা শূন্য মাধ্যমে পরস্পর হতে 1m 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।	6. পোলার ডাই ইলেকট্রিক কাকে বলে? উত্তরঃ যে সকল ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের অণুগুলোর স্থায়ীভাবে কিছু পরিমাণ পোলারিটি থাকে, অর্থাৎ অণুগুলোতে ধনাত্মক প্রান্ত ও ঋণাত্মক প্রান্তের সৃষ্টি হয়, তাদেরকে পোলার ডাই-ইলেকট্রিক বলে। যেমন: পানিতে H^+ ও OH^- এর সৃষ্টি হয়।
7. তড়িৎ দ্বিপোল কী? উত্তরঃ এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অল্প দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ দ্বিমেরু বা দ্বিপোল বলে।	8. ফ্যারাড কাকে বলে? উত্তরঃ কোনো ধারকের পাতদ্বয়ের বিভব 1 ভোল্ট করতে যদি প্রত্যেক পাতে 1 কুলম্ব চার্জের প্রয়োজন হয়, তবে তার ধারকত্বকে 1 ফ্যারাড বলে।
9. গাউসীয় তল কাকে বলে? উত্তরঃ একটি চার্জের চারদিকে কল্পিত বদ্ধ তলকে গাউসীয় তল বলে।	10. বিন্দু আধান কী? উত্তরঃ আহিত বা চার্জিত বস্তুর আকার যখন খুবই ক্ষুদ্র হয়, তখন ঐ চার্জিত বস্তুর চার্জকে বিন্দু আধান বলা হয়।
11. পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক কী? উত্তরঃ কোনো মাধ্যমে একটি পরিবাহীর ধারকত্ব ও শূন্যস্থানে ঐ পরিবাহীর ধারকত্বের অনুপাতকে পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বলে।	12. আধান ঘনত্ব কী? উত্তরঃ পরিবাহীর পৃষ্ঠে কোনো বিন্দুর চারদিকে একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ চার্জ থাকে তাকে ঐ বিন্দুতে চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব বলে।
13. গাউসের সূত্রটি বিবৃত কর। উত্তরঃ কোনো বদ্ধতলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত মোট তড়িৎ ফ্লাক্স (ΨE) ঐ তল দ্বারা বেষ্টিত মোট চার্জের $1 / \epsilon_0$ গুণের সমান।	14. তড়িৎ দ্বিমেরু কাকে বলে? উত্তরঃ দুইটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীতধর্মী বিন্দু চার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি থাকলে তাদেরকে একত্রে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে।

<p>15. আধানের কোয়ান্টায়ন কী?</p> <p>উত্তরঃ সকল চার্জিত বস্তুর মধ্যে বিদ্যমান আধান বা চার্জই ইলেকট্রনের চার্জের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক। একে আধানের কোয়ান্টায়ন বলে।</p>	<p>16. পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম কী?</p> <p>উত্তরঃ দুটি আধানের মধ্যবর্তী স্থানে কোনো অন্তরক পদার্থ থাকলে তাকে সাধারণত পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম বলা হয়।</p>
<p>17. তড়িৎ ধারকত্ব কী?</p> <p>উত্তরঃ কোনো পরিবাহীর বিভব প্রতি একক বাড়তে যে পরিমাণ আধানের প্রয়োজন হয় তাকে পরিবাহীর তড়িৎ ধারকত্ব বলে।</p>	<p>18. পরাবিদ্যুৎ বা ডাই ইলেকট্রিক কী?</p> <p>উত্তরঃ যে সকল অপরিবাহী পদার্থকে তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করলে পোলারায়ন ঘটে তাদেরকে ডাইইলেকট্রিক বলে।</p>
<p>19. ধারকত্বের সংজ্ঞা দাও।</p> <p>উত্তরঃ কোনো ধারকের অন্তরীত ও ভূ-সংযুক্ত দুই পরিবাহীর মধ্যে একক বিভব বৈষম্য সৃষ্টি করতে তার অন্তরীত পরিবাহীতে যে পরিমাণ চার্জ প্রদান করতে হয়, তাকে উক্ত ধারকের ধারকত্ব বলে।</p>	<p>20. কুলম্বের সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উত্তরঃ কোনো একটি নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান চার্জ দুটির গুণফলের সমানুপাতিক, চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এই বল চার্জ দুটির সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।</p>



<p>1. তড়িৎ প্রাবল্য কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জের উপর যে পরিমাণ বল প্রযুক্ত হয় তাকে উক্ত ক্ষেত্রের ওই বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য বলে।</p>	<p>2. চার্জের তল ঘনত্ব কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ পরিবাহীর তলে কোনো বিন্দুর চতুর্দিকে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফলে অবস্থিত চার্জের পরিমাণ এবং ঐ ক্ষুদ্র ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে চার্জের তল ঘনত্ব বলে।</p>
<p>3. তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ কি?</p> <p>উত্তরঃ কোনো মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা ও শূন্য মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতার অনুপাতকে উক্ত মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাক্ষ বলা হয়।</p>	<p>4. তড়িৎ ফ্লাক্স কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি তল কল্পনা করলে ওই তলের মধ্য দিয়ে লম্বভাবে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যাকে তড়িৎ ফ্লাক্স বলে।</p>
<p>5. 1 eV বলতে কী বুঝ?</p> <p>উত্তরঃ এক ভোল্ট বিভব পার্থক্যের দুটি স্থানের একটি হতে অন্যটিতে একটি ইলেকট্রনকে স্থানান্তর করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হয় তাকেই এক ইলেকট্রন ভোল্ট বলে। একে eV দ্বারা প্রকাশ করা হয়।</p>	<p>6. তড়িচ্চালক শক্তির সংজ্ঞা দাও।</p> <p>উত্তরঃ প্রতি একক আধানকে কোষসমেত কোনো বর্তনীর একবিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় অর্থাৎ কোষ যে তড়িৎশক্তি সরবরাহ করে তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।</p>

অনুধাবনমূলক



1. গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্বের সাথে ব্যাসার্ধের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ মনে করি, শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে r ব্যাসার্ধের একটি গোলাকার অন্তরিত পরিবাহী A. গোলকের কেন্দ্র O. গোলকটিতে Q পরিমাণ ধনচার্জ প্রদান করায় এর বিভব হলো V .

অতএব, ধারকত্বের সংজ্ঞানুসারে, ধারকত্ব, $C = Q / V \Rightarrow V = Q / C \dots\dots(i)$

গোলকে প্রদত্ত চার্জগুলো গোলকের পৃষ্ঠে সর্বত্র সুষমভাবে ছড়িয়ে পড়বে। গোলকের পৃষ্ঠ হতে নির্গত তড়িৎ বলরেখাগুলোকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এগুলো গোলকটির কেন্দ্রে মিলিত হয়। অর্থাৎ গোলকটি বিন্দু চার্জের মতো। কাজেই, গোলাকৃতি পরিবাহীর বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r} \dots\dots(ii)$

[এখানে, ϵ_0 = শূন্য মাধ্যমের তড়িৎ ভেদন যোগ্যতা]

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাওয়া যায়,

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r} \times \frac{Q}{C}$$

$$\Rightarrow C = 4\pi\epsilon_0 r$$

এটি গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব। অর্থাৎ, বায়ুতে অবস্থিত কোনো গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব সংখ্যাগতভাবে ঐ পরিবাহীর ব্যাসার্ধের $4\pi\epsilon_0$ গুণের সমান। কোনো মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক k হলে, ঐ মাধ্যমের ক্ষেত্রে,

$$C = 4\pi k\epsilon_0 r = 4\pi\epsilon r$$

$$[k\epsilon_0 = \epsilon]$$

2. একই দূরত্বে অবস্থিত দুটি চার্জের ক্রিয়াশীল বল পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম দ্বারা কীভাবে প্রভাবিত হয়- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ দুটি চার্জের মধ্যকার আকর্ষণ বল চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের উপর নির্ভর করে।

কুলম্বের সূত্রমতে,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

অর্থাৎ, তড়িৎ বল তড়িৎ ভেদ্যতার উপর নির্ভরশীল। মাধ্যমের তড়িৎ ভেদ্যতা, ϵ এর মান বৃদ্ধি পেলে তড়িৎ বল F এর মান কমে যায়। বিপরীত ক্ষেত্রে, ϵ এর মান কমলে F এর মান বৃদ্ধি পায়। অতএব, একই দূরত্বে অবস্থিত দুটি চার্জের ক্রিয়াশীল বল পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের তড়িৎ ভেদ্যতার উপর নির্ভর করে।

3. সমবিভব তলের সাথে তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ 90° কেন?

উত্তরঃ কোনো তল যদি এমন হয় যে, তার বিভব সর্বত্র সমান, তবে ওই তলকে সমবিভব তল বলে। তলের উপরের সকল বিন্দুতে বিভব সমান

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r}$$

কিন্তু বিভিন্ন বিন্দুতে তড়িৎ বলরেখা বা ক্ষেত্ররেখার দিক ভিন্ন এবং দিকটি ঐ বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের উপর লম্ব। যেকোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের দিক হলো, কেন্দ্র ও ঐ বিন্দুর সংযোজক রেখা বরাবর যা তলের স্পর্শকের উপর অভিলম্ব।

তাই, সমবিভব তলের সাথে তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়।

<p>4. কোনো বস্তুর আধান $2 \times 10^{-19} \text{ C}$ হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ একটি ইলেক্ট্রন বা প্রোটনের চার্জই হলো প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ। এর মান $1.60218 \times 10^{-19} \text{ C}$। প্রকৃতিতে কোনো বস্তুর সর্বমোট চার্জ একটি নির্দিষ্ট ন্যূনতম মানের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হয়। ইলেক্ট্রনের চার্জই এই নির্দিষ্ট ন্যূনতম মান। ইলেক্ট্রনের চার্জ e হলে কোনো বস্তুর মোট চার্জ, $q=ne$, যেখানে n হলো পূর্ণসংখ্যা। কোনো বস্তুর আধান $2 \times 10^{-19} \text{ C}$ হতে পারে না। কারণ সেটি e এর $n = 2 \times 10^{-19} / 1.6 \times 10^{-19} = 1.25$ গুণ হয়, যা সম্ভব নয়।</p>	<p>5. স্থিরতড়িৎ সম্পর্কিত কুলম্বের সূত্র ও নিউটনের মহাকর্ষ সম্পর্কিত সূত্রের মধ্যে কী কী মিল রয়েছে? লেখ।</p> <p>উত্তরঃ</p> <p>(i) দুটি বলই বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।</p> <p>(ii) দুটি বলই সংরক্ষণশীল বল। অর্থাৎ, এই বল দুটি দ্বারা কৃতকাজ পথের ওপর নির্ভরশীল নয়।</p> <p>(iii) দুটি বলই শূন্যস্থানে কাজ করতে পারে।</p> <p>(iv) দুটি বলই কেন্দ্রীয় বল এবং এই বল বস্তুদ্বয়ের কেন্দ্রবিন্দু দুটির সংযোগকারী সরলরেখা বরাবর কাজ করে।</p>
<p>6. আধানের কোয়ান্টায়ন বলতে কী বুঝ?</p> <p>উত্তরঃ মহাবিশ্বের যেকোনো বস্তুতে আধানের পরিমাণ কোয়ান্টিত। এক্ষেত্রে আধানের পরিমাণ ইলেকট্রনের চার্জের পরিমাণের পূর্ণসাংখ্যিক গুণিতক হবে। অর্থাৎ, কোনো বস্তুতে মোট চার্জের পরিমাপ, $q = ne$; $n = 0, 1, 2, 3, \dots$</p>	<p>7. সমধর্মী চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে কেন? ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ দুটি সমধর্মী চার্জ পরস্পর কাছাকাছি আসলে অস্থিতিশীল হয়। তাই স্থিতিশীলতা অর্জনের উদ্দেশ্যেই সমধর্মী চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। তাছাড়া, তড়িৎ বলরেখাগুলো পরস্পরকে পাশের দিকে বিকর্ষণ করে। এ ধর্মের সাহায্যেও সমজাতীয় চার্জের মধ্যে বিকর্ষণ ব্যাখ্যা করা যায়।</p>
<p>8. কোনো বস্তুতে $1.6 \times 10^{-18} \text{ C}$ চার্জ থাকা সম্ভব কিনা? যুক্তি দাও।</p> <p>উত্তরঃ একটি ইলেক্ট্রন বা প্রোটনের চার্জই হলো প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ। এর মান $1.60218 \times 10^{-19} \text{ C}$। প্রকৃতিতে কোনো বস্তুর সর্বমোট চার্জ একটি নির্দিষ্ট ন্যূনতম মানের পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হয়। ইলেক্ট্রনের চার্জই এই নির্দিষ্ট ন্যূনতম মান। ইলেক্ট্রনের চার্জ e হলে কোনো বস্তুর মোট চার্জ, $q = ne$, যেখানে n হলো পূর্ণসংখ্যা। কোনো বস্তুর আধান $1.6 \times 10^{-18} \text{ C}$ হতে পারে। কারণ সেটি e এর $n = 1.6 \times 10^{-18} \text{ C} / 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = 10$ গুণ।</p>	<p>9. তড়িৎবাহী পরিবাহক চার্জিত হয় কি? ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ তড়িৎবাহী পরিবাহক চার্জিত হয় না। স্বাভাবিক অবস্থায় তড়িৎবাহী পরিবাহকের মধ্যে কোনো তড়িৎক্ষেত্র থাকে না। যখন বাহ্যিক তড়িৎক্ষেত্র পরিবাহকের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করা হয়, তখন ইলেকট্রনগুলো তাড়ন বেগে গতিশীল হয়। কিন্তু বাহ্যিক তড়িৎক্ষেত্র ছাড়া যেহেতু পরিবাহকের মধ্যে কোনো নিট তড়িৎক্ষেত্র থাকে না, সেহেতু গাউসের সূত্রানুসারে পরিবাহকের মধ্যে কোনো অতিরিক্ত চার্জ থাকে না।</p>

10. তড়িৎ দ্বিমেরু অক্ষের লম্ব সমদ্বিখন্ডকের ওপর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ তড়িৎ দ্বিমেরু অক্ষের লম্ব সমদ্বিখন্ডকের উপর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না। এর কারণ অক্ষের লম্ব সমদ্বিখন্ডকের উপর সর্বত্র বিভব শূন্য, কাজেই বিভব পার্থক্যও শূন্য। যেহেতু $w = \nabla V \cdot q$, $\nabla V = 0$ হলে w অর্থাৎ কাজ শূন্য।

11. চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে ও পৃষ্ঠে বিভব সমান- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে ও পৃষ্ঠে বিভব সমান। কারণ তার বহিঃপৃষ্ঠে কেবল চার্জ অবস্থান করে। ফলে গোলকের ভেতর নীট বল শূন্য বা ফ্লাক্সের পরিমাণ শূন্য। ফলে গোলকটি একটি সমবিভব ক্ষেত্র হিসেবে ক্রিয়া করে। অর্থাৎ অসীম হতে একক ধনাত্মক চার্জ গোলকটির পৃষ্ঠে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয়, তার অভ্যন্তরে নিতেও একই কাজ সম্পন্ন হয়।

12. পৃথিবীর তড়িৎ বিভব শূন্য ধরা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ পৃথিবী চার্জের একটি বিশাল আধার। পৃথিবীতে এত বিপুল সংখ্যক ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জ আছে যে, কিছু পরিমাণ চার্জ পৃথিবীতে দিলে বা পৃথিবী হতে নিলেও এর মোট চার্জের তেমন কোনো পরিবর্তন হয় না। আমরা জানি, যেকোনো পরিমাণ চার্জে (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) চার্জিত বস্তুকে ভূসংযুক্ত করা হোক না কেন, পৃথিবী হতে বিপরীত আধানযুক্ত চার্জের আদান প্রদানের মাধ্যমে চার্জিত বস্তুর বিভব শূন্য হয়ে যায়। তাই পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয়।

13. ফ্যারাড বলতে কী বুঝায়?

উত্তরঃ কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ আধান জমা হলে পাতদ্বয়ের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তাকে ঐ ধারকের ধারকত্ব বলে। ধারকের ধারকত্বের একক ফ্যারাড। কোনো ধারকের ধারকত্ব 3.67 ফ্যারাড বলতে বোঝায়, ধারকটির দুই পাতের বিভব পার্থক্য 1 ভোল্ট (V) বজায় রাখতে প্রত্যেক পাতে 3.67 কুলম্ব (C) আধানের প্রয়োজন হবে।



1. সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের ওপর নির্ভর করে কি? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের ওপর নির্ভর করে। একেক মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক $\epsilon(r)$ এর মান ভিন্ন ভিন্ন হয়। যেহেতু সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V}$ তাই পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যম পরিবর্তন করলে ϵ_r এর মান পরিবর্তিত হয়, ফলে C এর মানও পরিবর্তিত হয়।

2. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলে বিভবও কি শূন্য হয়?

উত্তরঃ তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলে ঐ বিন্দুতে বিভব শূন্য হতেও পারে আবার নাও পারে। উদাহরণস্বরূপ: কোনো চার্জিত পরিবাহী গোলকের অভ্যন্তরে প্রাবল্য শূন্য হলেও বিভব পৃষ্ঠের বিভবের সমান। একইভাবে, দুটি সমান চার্জের সংযোজক সরলরেখার মধ্যবিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলেও বিভব শূন্য নয়। আবার কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য ও বিভব দুই-ই শূন্য হতে পারে।

3. পানির পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান বেশি হওয়া সত্ত্বেও কেন ডাই-ইলেকট্রিক হিসেবে পানি ব্যবহার করা হয় না? ব্যাখ্যা দাও।

উত্তরঃ পানির পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বেশি হওয়া সত্ত্বেও একে ডাই-ইলেকট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয় না। এর কারণ পানি খুব কম সময়ের জন্যই (কয়েক μs এর জন্য) চার্জ ধরে রাখতে পারে। পানি অণুর স্থায়ী ডাইপোল মোমেন্ট আছে এবং এরা কিছুটা আয়নিতও হয়। বেশি সময় ধরে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালালে পানি চার্জ ধরে রাখতে পারে না। তখন পানির আয়নের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। তাছাড়া পানির ধারকত্ব খুব সহজেই পরিবর্তনশীল এবং অল্প মানের ধারকত্ব তৈরির জন্যও অনেক বেশি পরিমাণ পানির প্রয়োজন হয়। তাই পানিকে সাধারণত ডাই-ইলেকট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয় না। তবে খুব উচ্চ কম্পাঙ্কের বিদ্যুৎ সংকেতের ব্যবহার যেখানে রয়েছে, সেখানে পানিকে ডাই ইলেকট্রিক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

4. গোলকের অভ্যন্তরে সকল বিন্দুতে বিভব সমান—
ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো পরিবাহী গোলকের অভ্যন্তরে সকল বিন্দুতে বিভব সমান। এর কারণ হচ্ছে কোনো চার্জিত পরিবাহী গোলকের সকল চার্জ গোলকটির পৃষ্ঠে সুসমভাবে অবস্থান করে যেন এদের মধ্যে বিকর্ষণ বল ন্যূনতম হয়। এতে করে চার্জগুলো সর্বাধিক স্থিতিশীল অবস্থায় আসতে পারে। এর ফলে গোলকের অভ্যন্তরে সর্বত্র প্রাবল্য শূন্য এবং বিভব পার্থক্য পৃষ্ঠের বিভব পার্থক্যের সমান হয়।

5. তড়িৎ ক্ষেত্রের ধারণা ব্যাখ্যায় কুলম্বের সূত্রের সীমাবদ্ধতা ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সীমাবদ্ধতা সমূহঃ

- একটি কেবল বিন্দুচার্জের জন্য প্রযোজ্য
- সুসম আকৃতির বড় চার্জিত বস্তুর ক্ষেত্রে কুলম্বের সূত্র প্রয়োগ করা গেলেও অসম আকৃতির চার্জিত বড় বস্তুর ক্ষেত্রে এটি প্রযোজ্য নয়।
- এটি কেবল স্থির চার্জের জন্য প্রযোজ্য। গতিশীল চার্জের ক্ষেত্রে তড়িৎ ক্ষেত্রের ধারণা এটি দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়না।

6. চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হয় কেন?

উত্তরঃ কোনো বিন্দুতে একক আধান বা চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলকে তড়িতক্ষেত্রের প্রাবল্য ধরা হয়। এখন চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর পৃষ্ঠে বিভব V , কেন্দ্রে বিভব V এবং প্রাবল্য E হলে,

$$V - V_0 = E \times \text{দূরত্ব}$$
 বা, $0 = E \times \text{দূরত্ব}$ (চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে যেকোনো বিন্দুর বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান। তাই $V - V_0 = 0$)
 বা, $E = 0$
 তাই চার্জিত গোলাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হয়

"Just one small positive thought in the morning can change your whole day."

জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন

জ্ঞানমূলক



<p>1. কার্শফের ২য় সূত্রটি বিবৃত কর?</p> <p>উত্তরঃ কার্শফের ২য় সূত্রটি হলো- কোনো বন্ধ বর্তনীর অন্তর্গত মোট কড়িমাণক শক্তি ঐ বর্তনীর বিভিন্ন শাখাগুলোর রোধ এবং তাদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সংশ্লিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার গুণফলের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান।</p>	<p>2. আপেক্ষিক রোধ কি?</p> <p>উত্তরঃ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্যের ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে বা একক বাহু বিশিষ্ট কোনো ঘনকের রোধকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।</p>
<p>3. জুলের রোধের সূত্রটি বিবৃত কর?</p> <p>উত্তরঃ জুলের রোধের সূত্রটি হলো: বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা এবং বিদ্যুৎ প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন উদ্ভূত তাপ পরিবাহীর রোধের সমানুপাতিক।</p>	<p>4. রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক কী?</p> <p>উত্তরঃ 0°C তাপমাত্রার একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস বৃদ্ধির ফলে পরিবাহীর রোধের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক বলে।</p>
<p>5. এক অ্যাম্পিয়ার প্রবাহের সংজ্ঞা দাও।</p> <p>উত্তরঃ কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে। কুলম্ব আধান প্রবাহিত হলে যে পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয় তাকে এক অ্যাম্পিয়ার প্রবাহ বলে।</p>	<p>6. ওহমের সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উত্তরঃ তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহিত হয় তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।</p>
<p>7. তড়িচ্চালক বল কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ প্রতি একক আধানকে কোষ সমেত কোন বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে নিতে যে কাজ সম্পন্ন হয় অর্থাৎ কোষ যে তড়িৎশক্তি সরবরাহ করে তাকে কোষের তড়িচ্চালক বল বলে।</p>	<p>8. সান্ট কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ গ্যালভানোমিটার বা অন্য কোনো তড়িৎ সংবেদী যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে অধিক প্রবাহ দিয়ে যন্ত্রটিকে নষ্ট করতে না পারে সেজন্য ঐ সকল যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে যে স্বল্প মানের রোধ যুক্ত থাকে তাকে সান্ট বলে।</p>
<p>9. অভ্যন্তরীণ রোধ কী?</p> <p>উত্তরঃ একটি বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে কোষের ঋণাত্মক প্রান্ত হতে ধনাত্মক প্রান্তে ইলেকট্রন যাওয়ার সময় যে বাধা প্রাপ্ত হয় তাকে অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।</p>	<p>10. বিদ্যুৎ শক্তি কী?</p> <p>উত্তরঃ ইলেকট্রন প্রবাহের কারণে কোন মাধ্যমে যে শক্তি পাওয়া যায় তাকে বিদ্যুৎ শক্তি বলে।</p>
<p>11. মিটার ব্রিজ কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ যে যন্ত্রে এক মিটার দৈর্ঘ্যের সুষম প্রস্থচ্ছেদের রোধবিশিষ্ট তার লাগিয়ে হুইটস্টোন ব্রিজ নীতির সাহায্যে কোনো তারের প্রদানের রোধ তথা আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করা যায় তাকে মিটার ব্রিজ বলে।</p>	<p>12. তুল্য রোধ কী?</p> <p>উত্তরঃ তুল্য রোধ রোধের কোনো সমবায়ের রোধগুলোর পরিবর্তে যে একটিমাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীয় প্রবাহ ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে ঐ সমবায়ের তুল্যরোধ বলে।</p>



<p>1. কোষের সমান্তরাল সমবায় কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ কতগুলো কোষ যদি এমনভাবে সাজানো থাকে যে, তাদের ধনাত্মক মেরুগুলো বা পাতগুলো একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং ঋণাত্মক মেরু বা পাতগুলো অপর একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে তখন তাকে কোষের সমান্তরাল সমবায় বলে।</p>	<p>2. পোস্ট অফিস বক্স কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ যে রোধ বক্সের রোধগুলোকে হুইটস্টোন ব্রিজের তিনটি বাহু হিসেবে বিবেচনা করে এর চতুর্থ বাহুর সাহায্যে হুইটস্টোন ব্রিজের নীতি ব্যবহার করে সাধারণ মানের অজানা রোধ নির্ণয় করা যায় তাকে পোস্ট অফিস বক্স বলে।</p>
<p>3. কিলোওয়াট ঘণ্টা কি?</p> <p>উত্তরঃ এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন কোনো যন্ত্র এক ঘণ্টা করে যে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয় করে তাকে কিলোওয়াট-ঘণ্টা (k Wh) বলে।</p>	<p>4. তড়িৎ কোষ কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে রাসায়নিক শক্তি হতে তড়িৎ শক্তি উৎপন্ন করে তড়িৎ প্রবাহ বজায় রাখা হয়, তাকে তড়িৎ কোষ বলে।</p>
<p>5. লুপ উপপাদ্য কী?</p> <p>উত্তরঃ “কোনো আবদ্ধ বর্তনীর বিভিন্ন অংশের রোধ এবং তাদের আনুষঙ্গিক প্রবাহের গুণফলের বীজগাণিতিক সমষ্টি ঐ বর্তনীর অন্তর্ভুক্ত মোট তড়িচ্চালক শক্তির সমান।</p>	<p>6. তাপের যান্ত্রিক সমতা কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ একক তাপ উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় বা একক তাপ দ্বারা যে পরিমাণ কাজ করা যায় তাকে তাপের যান্ত্রিক সমতা বলে।</p>
<p>7. ($^{\circ}\text{C}$) কীসের একক?</p> <p>উত্তরঃ ($^{\circ}\text{C}$) তাপমাত্রা গুণকের একক।</p>	

অনুধাবনমূলক



1. সান্ট কিভাবে গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করে?

উত্তর: গ্যালভানোমিটার একটি সুবেদী যন্ত্র। গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে বেশি পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হলে এটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে, এর নিস্প্রাং ছিঁড়ে যেতে বা পুড়ে যেতে পারে। তাই গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করার জন্য এর সাথে সমান্তরাল সংযোগে একটি অনুমানের রোধ সংযুক্ত করে একটি বিকল্প পথের সৃষ্টি করা হয়। শার্টের রোধ কম হওয়ায় বেশি পরিমাণ প্রবাহ এর ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং অল্প পরিমাণ প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এতে গ্যালভানোমিটার নষ্ট হওয়ার হাত থেকে রক্ষা পায়।

3. কার্শফের ১ম সূত্র চার্জের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে-
ব্যাখ্যা কর?

উত্তর: কার্শফের ১ম সূত্রানুযায়ী, তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহমাত্রাগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য। অর্থাৎ বর্তনীর কোনো বিন্দুতে চার্জ সৃষ্টি বা ধ্বংস হয় না, যা চার্জের সংরক্ষণ নীতিকে সমর্থন করে।

5. কোনো বর্তনীতে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ভূমিকা কি?

উত্তর: কোষের অভ্যন্তরে বিদ্যুত প্রবাহ যে পরিমাণ বাধ প্রাপ্ত হয় তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলা হয়। প্রত্যেক বিদ্যুত শক্তির উৎস যেমন কোষ ও জেনারেটরের অভ্যন্তরীণ রোধ আছে। যে সমস্ত পদার্থ দিয়ে উৎস তৈরি হয় তা থেকে এ রোধ তৈরি হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহ ও তড়িচ্চালক বলের মাঝে সম্পর্ক হলোঃ

$$I = \frac{E}{R+r}$$

এ সমীকরণ থেকে বোঝা যায় যে,

2. পরিবাহীর ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: তড়িৎ পরিবাহীতে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন মাতে।। পরিবাহীর দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্য দিয়ে পরিবাহীর নিম্ন বিভব বিশিষ্ট বিষুঃ দেবে উচ্চ বিভব বিশিষ্ট বস্তুর দিকে চলতে থাকে ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এ ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহীর পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয় এবং পরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়, এজন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

4. পরিবাহীর অতি পরিবাহীতা ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: সাধারণত ধাতব পরিবাহীর তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ বাড়ে এবং তাপমাত্রা কমাতে রোধ কমে। কিছু কিছু ধাতব পরিবাহীর তাপমাত্রা কমিয়ে পরমশূন্য তাপমাত্রা বা 0 K এ নিয়ে গেলে পরিবাহীর রোধ শূন্য হয়। তখন এরা অল্প বিভব পার্থক্যে বিশাল মানের তড়িৎ প্রবাহ প্রদানে সক্ষম হয় বলে এদেরকে অতি পরিবাহী ও এ ধর্মকে অতিপরিবাহিতা বলে।

6. শান্ট রোধের মান কম হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে অধিক পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য গ্যালভানোমিটারের সমান্তরালে যে অল্প মানের রোধ যুক্ত করা হয় তাকে শান্ট বলে। গ্যালভানোমিটারের সাথে শান্ট যুক্ত করলে মূল তড়িৎ প্রবাহের বেশি অংশ শান্টের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে। বর্তনীর মূলপ্রবাহ একই থাকায়, গ্যালভানোমিটারের সমান্তরালে যুক্ত শান্টের রোধের মান যত কম হবে শান্টের মধ্য দিয়ে তত বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হবে। ফলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কম তড়িৎ প্রবাহিত হবে। গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে অধিক পরিমাণ তড়িৎপ্রবাহ না হওয়ায় গ্যালভানোমিটারটি সুরক্ষিত থাকবে।

তড়িৎ প্রবাহ কেবল বহিঃ বর্তনীর রোধ R ও তড়িচ্চালক বল E এর উপরেই নির্ভর করেনা বরং এর অভ্যন্তরীণ রোধের উপরও নির্ভর করে।

7. তাপমাত্রার সাথে রোধের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করো।

উত্তরঃ তড়িৎ পরিবাহীর অনুগুলো স্থির নয়। এরা সর্বদা কম্পনরত অবস্থায় থাকে। কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুগুলোর কম্পনে বিস্তার বেড়ে যাওয়ার জন্যে অণুগুলোর পারস্পরিক দূরত্ব কমে যায়। ফলে পরিবাহীর মধ্যে প্রবাহ সৃষ্টিকারী গতিসম্পন্ন। ইলেকট্রনগুলোর সাথে কন্দনরত অণুগুলোর সংঘর্ষের সম্ভাব্যতা বেড়ে যায় এবং প্রবাহ চলার পথে বেশি বাধার সৃষ্টি হয়। এ কারণেই তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে রোধ বেড়ে যায়।

9. নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার না করার কারণ কী?

উত্তরঃ নিরাপত্তা ফিউজ হলো একটি স্বল্প দৈর্ঘ্যের চিকন তার যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে অধিক তড়িৎপ্রবাহ প্রতিরোধের জন্য জীবন্ত তারে সংযোগ দেওয়া হয়। নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার করলে এর মধ্য দিয়ে অধিক পরিমাণে তড়িৎ প্রবাহ ঘটলে তারটি অক্ষত থাকবে ফলে এই অধিক তড়িৎপ্রবাহ বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ক্ষতিসাধন করবে। এতে নিরাপ ফিউজ ব্যবহারের উদ্দেশ্যেই ব্যাহত হবে। এজন্যই নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার করা হয় না।

11. উচ্চ মানের রোধ পরিমাপে হুইটস্টোন ব্রিজ ব্যবহার করা হয় কি? ব্যাখ্যা করো।

উত্তরঃ উচ্চ মানের রোধ পরিমাপে হুইটস্টোন ব্রিজ ব্যবহার করা হয় না। হুইটস্টোন ব্রিজে গ্যালভানোমিটারের বিক্ষেপ পর্যবেক্ষণ করে সাম্যাবস্থা। নির্ণয় করা হয়। তিনটি জানা রোধের সাহায্যে সাম্যাবস্থায় অজানা রোধ নির্ণয় করা যায়। কিন্তু রোধের মান অনেক বেশি হলে তড়িৎপ্রবাহের মান অনেক কম

8. হারানো ভোল্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তরঃ বর্তনীতে কোনো কোষ যুক্ত করা হলো বহিঃবর্তনীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কোষের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের তুলনায় কিছু কম হয়। এর কারণ হলো কোষের অভ্যন্তরীণ রোধজনিত ক্ষয়। কেননা কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের ভেতর দিয়ে প্রবাহ চালনা করার জন্য কিছু পরিমাণ কি বল প্রয়োজন হয় এই ভোল্টেজ বহিঃবর্তনীতে কোনো কাজে আসে না। এই ভোল্টেজকেই হারানো ভোল্টেজ বা নষ্ট ভোল্টেজ বলে।

10. শাণ্টের রোধ শূন্য বা অসীম হয় কিনা? ব্যাখ্যা করো।

উত্তরঃ শাণ্টের রোধ শূন্য হলে সকল বিদ্যুৎ প্রবাহ শাণ্টের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হবে আবার শাণ্টের রোধ অসীম হলে সকল প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হবে। অর্থাৎ শাণ্টের রোধ শূন্য বা অসীম কোনটিই হয় না। কারণ, যদি সম্পূর্ণ বিদ্যুৎ শাণ্টের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তবে গ্যালভানোমিটারে কোনো বিক্ষেপ পাওয়া যাবে না। ফলে, গ্যালভানোমিটারের পাঠ পাওয়া এই ক্ষেত্রে সম্ভব হবে না। আবার, সম্পূর্ণ বিদ্যুৎ গ্যালভানোমিটারের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হলে অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহের দরুণ গ্যালভানোমিটারটি নষ্ট হয়ে যাবে।

12. তাপমাত্রার পরিবর্তনে পরিবাহীর রোধের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করো।

উত্তরঃ তড়িৎ প্রবাহের সময় তড়িৎ বলের প্রভাবে এর ভিতরের মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর বেগ বৃদ্ধি পায়। আবার পরিবাহীর পরমাণুর সাথে ি ধাক্কাজনিত বাঁধার ফলে বেগ হ্রাস পায়। তড়িৎ প্রবাহের এ বাঁধাই পরিবাহীর ত রোধ। তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে অণুগুলোর কম্পন বৃদ্ধি পায়। ফলে এর মধ্য দিয়ে এ প্রবাহিত ইলেকট্রনের সংঘর্ষ

হবে। এই তড়িৎপ্রবাহের জন্য গ্যালভানোমিটারে কোনো বিক্ষেপ দেখা যাবে না। ফলে মনে হবে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় আছে এবং এর ফলে রোধ পরিমাপে ভুল হবে।

সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। সংঘর্ষ বৃদ্ধির ফলে ইলেকট্রন হি প্রবাহের বেশি বাঁধাপ্রাপ্ত হয়। তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পাওয়া যায় এবং তাপমাত্রা কমালে পরিবাহীর রোধ হ্রাস পায়।

13. একই তাপমাত্রায় ভিন্ন উপাদানবিশিষ্ট পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ ভিন্ন হয়— ব্যাখ্যা করো?

উত্তরঃ একক দৈর্ঘ্য ও ক্ষেত্রফলের কোনো পদার্থের রোধকে এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে। একই তাপমাত্রায় ভিন্ন উপাদান বিশিষ্ট পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ ভিন্ন। কারণ, পদার্থের অভ্যন্তরীণ সজ্জার উপর রোধ নির্ভরশীল। ভিন্ন ভিন্ন উপাদানের অভ্যন্তরীণ সজ্জা ভিন্ন হওয়ায় তড়িৎ প্রবাহে বাধাদানের ক্ষমতাও ভিন্ন হয় অর্থাৎ আপেক্ষিক রোধ ভিন্ন হয়।

14. তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 2.5 V বলতে কী বুঝায়?

উত্তরঃ কোনো তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 2.5 V বলতে বোঝায় যে, 1C আধানকে ঐ কোষ সমেত কোন বর্তনীর একবিন্দু হতে একবার সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে 2.5 J কাজ সম্পন্ন করতে হয়। মুক্ত অবস্থায় অর্থাৎ যখন কোন তড়িৎপ্রবাহ চলে না, তখন কোষটির দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে 2.5 V।

15. তড়িৎ চালক বল ও বিভব পার্থক্য এর মধ্যে পার্থক্য কি।

উত্তরঃ ১) তড়িৎচালক বল: মুক্ত বর্তনীতে তড়িৎ কোষের দুই মেরুর মধ্যে বিভব পার্থক্যকে কোষের তড়িৎচালক বল বলে।

বিভব পার্থক্যঃ বদ্ধ বর্তনীতে কোষের দুই মেরুর তড়িৎ বিভবের মান এর পার্থক্যকে বিভব প্রভেদ বলে।

২) তড়িৎচালক বল: তড়িৎচালক বল হলো বিভব প্রভেদ এর কারণ।

বিভব পার্থক্যঃ বিভব প্রভেদ হলো তড়িৎচালক বলের ফল।

৩) তড়িৎচালক বল: তড়িৎচালক বলের মান বিভব প্রভেদ এর মান অপেক্ষা বেশি হয়।

বিভব পার্থক্যঃ বিভব প্রভেদ এর মান তড়িৎচালক বলের মান অপেক্ষা কম হয়।

৪) তড়িৎচালক বল: বর্তনীর যে অংশে তড়িৎচালক বল উৎপন্ন হয়, সেই অংশে অন্য শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

বিভব পার্থক্যঃ বর্তনীর যে অংশে বিভব প্রভেদ এর অস্তিত্ব থাকে, সেখানে তড়িৎ শক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

16. কোনো পরিবাহীর পরিবাহিতা 0.2 সিমেন্স বলতে কী বোঝায়?

উত্তরঃ কোনো পরিবাহীর পরিবাহিতা 0.2 সিমেন্স বলতে বোঝায়, ঐ পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 1V হলে ঐ তারের মধ্যে দিয়ে 10.20 তড়িৎ প্রবাহ চলে।

৫) তড়িচ্চালক বল: পোটেনশিওমিটার যন্ত্র দিয়ে তড়িৎ চালক বল মাপা হয়।

বিভব পার্থক্যঃ ভোল্ট মিটার দিয়ে বিভব প্রভেদ মাপা হয়।



1. ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতিগুলিতে রোধের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করো।

উত্তরঃ ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতিতে রোধের গুরুত্ব অনেক। তড়িৎ প্রবাহ যে ধর্মের কারণে বাধাপ্রাপ্ত হয় তাকে রোধ বলে। রোধ না থাকলে তড়িৎ চলার পথটি শর্ট সার্কিট হয়ে যায়। শর্ট সার্কিট অনেক সময় খুবই বিপজ্জনক হয়ে দাড়ায়। ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতিগুলোতে অল্প মানের রোধ ব্যবহার করা হয়। যাতে খুব বেশি পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয়ে যন্ত্রটি নষ্ট না হয়ে যায়।

2. টর্চ লাইটে কোষ শ্রেণি সমবায় এ যুক্ত করা হয়— ব্যাখ্যা করো।

উত্তরঃ টর্চ লাইটে কোষ শ্রেণি সমন্বয়ে যুক্ত করা হয়। কারণ কোষ শ্রেণি সমবায় যুক্ত করলে অর্থাৎ একটির ধনাত্মক প্রান্ত অপরটির ঋণাত্মক প্রান্ত এভাবে পরস্পর কোষ সংযোগ করলে কোষের মোট তড়িচ্চালক শক্তি প্রত্যেকটি কোষের আলাদা তড়িচ্চালক শক্তির যোগফলের সমান হয়। অর্থাৎ শ্রেণি সমবায় তড়িচ্চালক শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে তড়িৎ প্রবাহ ও বাড়বে। এতে করে বাস্তবের উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি পাবে।

3. সরু ধাতব তারকে সান্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ অ্যামিটারের সাথে সমান্তরালে খুব স্বল্পমানের একটি রোধ লাগিয়ে অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি করা হয়। একে সান্ট বলে। রোধের সূত্রানুসারে, $R \propto \frac{1}{A}$ সরু তারের ক্ষেত্রফল কম। রোধের সাথে ব্যাস্তানুপাতিক সম্পর্ক হওয়ায় সরু তারের রোধ বেশি। তাই সান্ট হিসেবে ব্যবহার করা যায় না। কারণ এর ফলে অ্যামিটারের ভিতর দিয়ে বেশি মাত্রার তড়িৎ প্রবাহিত হয়ে অ্যামিটারকে পুড়িয়ে ফেলতে পারে। অন্য কথায়, সরু ধাতব তার সান্ট হিসেবে ব্যবহার করে অ্যামিটারের পাল্লা বেশি বৃদ্ধি করা সম্ভব নয়।

4. বর্তনীতে শান্টের সজ্জা ও মান কিরূপ বাঞ্ছনীয় যুক্তিসহ ব্যাখ্যা দাও।

উত্তরঃ বর্তনীতে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাতে অধিক তড়িৎ প্রবাহ না হয়, তাই গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরালে শান্ট যুক্ত করতে হয়। আবার, গ্যালভানোমিটার বর্তনীতে শ্রেণিতে যুক্ত থাকায় এর রোধ বর্তনীতে কার্যকর হয়। ফলে তড়িৎ প্রবাহের মানপরিবর্তিত হতে পারে। এজন্য গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরালে যুক্ত শান্টের মান খুব কম, রাখা হয়। ফলে যন্ত্রের তুল্যরোধ কম হয়, গ্যালভানোমিটার বর্তনীতে যুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহ কার্যত অপরিবর্তিত থাকে।

5. তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহীর রোধের উষ্ণতা সহগের কিরূপ পরিবর্তন ঘটে ব্যাখ্যা করো।

উত্তরঃ 0°C তাপমাত্রায় একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা প্রতি একক বৃদ্ধিতে তার রোধের যে বৃদ্ধি ঘটে, তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের রোধের উষ্ণতা সহগ বলে।

পরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে রোধ বৃদ্ধি পায় কিন্তু রোধের উষ্ণতা সহগের কোন পরিবর্তন হয় না। রোধের উষ্ণতা সহগ পরিবাহীর উপাদানের উপর নির্ভর করে, তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে না। উপাদান ভিন্ন হলে রোধের উষ্ণতা সহগ ভিন্ন ভিন্ন হয়। এজন্য তাপমাত্রা বাড়লে বা কমলে পরিবাহীর রোধের উষ্ণতা সহগের কোন পরিবর্তন ঘটে না।

6. কোন কোন রাশির পরিবর্তনে আপেক্ষিক রোধের পরিবর্তন হয়?

উত্তরঃ একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোন পরিবাহীর রোধকে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তার উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে। আপেক্ষিক রোধ বস্তুর উপাদান ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। তারের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন হলেও আপেক্ষিক রোধ অপরিবর্তিত থাকে। কিন্তু বিভিন্ন উপাদানের তারের আপেক্ষিক রোধ ভিন্ন ভিন্ন হয়। আবার একই উপাদানের পরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে আপেক্ষিক রোধ বৃদ্ধি পায়। এজন্য তাপমাত্রা ও উপাদানের পরিবর্তনে আপেক্ষিক রোধের পরিবর্তন হয়।

7. বর্তনীতে কোষের তড়িচ্চালক বল সম্পূর্ণ কার্যকর হয়না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ আমরা জানি কোষের অভ্যন্তরে ক্ষুদ্র মানের একটি রোধ কার্যকর থাকে। একে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলা হয়। কোষকে যখন বহিঃস্থ কোনো বর্তনীর সাথে যুক্ত করা হয় তখন কোষের এই অভ্যন্তরীণ রোধের মধ্য দিয়েও কিছু বিভব পতন ঘটে যা কোনো কাজে আসেনা। এজন্য বর্তনীতে কোষের তড়িচ্চালক বল সম্পূর্ণ কার্যকর হয়না।

8.

“Do what you can, with what you have, where you are.”
—Theodore Roosevelt.

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন

প্রশ্ন + উত্তর

অধ্যায়ঃ ভৌত আলোকবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক

★★★ ১) থ্রেটিং ধ্রুবক কাকে বলে?

উত্তরঃ থ্রেটিং এর একটি চিরের শুরু থেকে পরবর্তী চিরের শুরু পর্যন্ত দূরত্বকে থ্রেটিং ধ্রুবক বলে।

★★★ ২) সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কাকে বলে?

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

★★★ ৩) আলোর ব্যতিচার কী?

উত্তরঃ 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।

★★★ ৪) তরঙ্গ মুখ কাকে বলে?

উত্তরঃ কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পন্ন কণাগুলোর সঞ্চারণপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

★★★ ৫) হাইগেনসের নীতি বিবৃতি কর।

উত্তরঃ 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) সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কাকে বলে?

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

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

★★★ ৭) আলোর ব্যতিচার কাকে বলে?

উত্তরঃ 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।

★★★ ৮) তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ কী?

উত্তরঃ 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?

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

★★★ ১০) ম্যালেসের সূত্রটি লিখ।

উত্তরঃ 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?

উত্তরঃ দুটি উৎস হতে সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে অন্ধকার বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার বলে।

★★★১৪) প্রতিসরণের ১ম সূত্র বিবৃতি কর।

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

★★ ১২) প্রতিফলনের ১ম সূত্র বিবৃতি কর।

উত্তরঃ আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে অবস্থান করে।

★★ ১৩) প্রতিফলনের ২য় সূত্র বিবৃতি কর।

উত্তরঃ কোনো তলের আলোর প্রতিফলন ও আপাতন কোন সমান হয়।

★★ ১৫) প্রতিসরণের ২য় সূত্র বিবৃতি কর।

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

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

★★★ ১৬) সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং কী?

উত্তরঃ সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং বলতে একটি কাচ বা অনুরূপ কোনো পদার্থের একটি পাত বুঝায় যার ওপর সঁচালাে হীরক বিন্দু দ্বারা সমব্যবধানে সমান্তরালভাবে খুবই কাছাকাছি বহু সংখ্যক দাগ কাটা থাকে।

★★★ ১৭) ব্যতিচার ঝালর কাকে বলে?

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

★★ ১৮) প্রধান তল বলতে কী বুঝ?

উত্তরঃ কোনো রশ্মির সাপেক্ষে প্রধান তল বলতে আমরা এমন একটি তলকে বুঝি যা ওই রশ্মি এবং কেলাসের সরলাক্ষের মধ্য দিয়ে গমন করে।

★★ ১৯) অপবর্তনের শর্ত দুটি বিবৃতি কর।

উত্তরঃ (ক) খাড়া ধারের ক্ষেত্রে : ধার খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে এবং এর প্রস্থ আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

-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।

★★ ২০) প্রধান ছেদ কাকে বলে?

উত্তরঃ কোনো কেলাসের সরলাক্ষ বরাবর এবং এর দুই বিপরীত পৃষ্ঠের সমকোণে বিবেচিত তলকে ঐ কেলাসের প্রধান ছেদ বলে।

★★ ২১) দ্বৈত প্রতিসরণ কাকে বলে?

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

★★ ২২) সরলাক্ষ কাকে বলে?

উত্তরঃ সকল দ্বৈত প্রতিসারক কেলাসের এমন একটি নির্দিষ্ট অভিমুখ থাকে যে দ্বৈত প্রতিসরণ দ্বারাই আলোক প্রতিসৃত হয়। কেলাসের এই অভিমুখকে সরলাক্ষ বলে।

★★ ২৩) কম্পন তল কাকে বলে?

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

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

অনুধাবনমূলক

★★★ ১) উত্তরঃ 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।

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

উত্তরঃ 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 ছোটো হয় কেন?

উত্তরঃ বীক্ষণ কোণের জন্য অসীম দূরে অবস্থিত বস্তুর আকার অত্যন্ত ছোটো হয়। একটি বস্তু কত বড় বা ছোটো 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 ছোটো হয়।

★★★ ৪) একই আকারের কাছের বস্তু অপেক্ষা দূরের বস্তুকে ঘাটো দেখি কেন- ব্যাখ্যা কর।

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

★★★ ৫) আলোর ব্যতিচারে সুসঙ্গত উৎসের প্রয়োজন কেন?

উত্তরঃ 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 ঘটাবার কারণে আমরা ব্যতিচার ডোরা না দেখে সমভাবে আলোকিত সাধারণ উজ্জ্বলতাই দেখতে পাব। তাই স্থায়ী ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য সুসঙ্গত উৎস অপরিহার্য।

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

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

উত্তরঃ ইয়ং-এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় ব্যতিচার ঝালরের কেন্দ্রীয় পটটি উজ্জ্বল হয়। এর ঔজ্জ্বল্য অন্যান্য উজ্জ্বল ডোরার চেয়ে বেশি হয়। কেন্দ্রীয় পটটি সৃষ্টিকারী লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার অন্যান্য উজ্জ্বল ডোরা সৃষ্টিকারী লব্ধি তরঙ্গ অপেক্ষা বেশি হওয়ায় এর ঔজ্জ্বল্য অন্যান্য উজ্জ্বল পট অপেক্ষা বেশি হয়।

★★★ ৭) ইয়ং এর বিচিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের ব্যবধান স্বল্প হওয়া প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ আমরা জানি, ডোরা প্রস্থ, $\Delta x = \lambda D / 2a$ বা $\Delta x \propto 1 / a$ যখন λ , D স্থির। অর্থাৎ 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।

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

উত্তরঃ 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 আলোদা আলোক তরঙ্গ একটি নির্দিষ্ট দশা বজায় রাখতে পারে না। এজন্য প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসংগত নয়।

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

উত্তরঃ আলোক রশ্মি এক বছরে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে আলোক বৎসর বলে। কাচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে বােঝায় কাচে আলোক রশ্মি এক বৎসরে 6.27×10^{12} km দূরত্ব অতিক্রম করে।

★★ ১০) উডডয়মান উড়ােজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ আমরা জানি, উডডয়মান উড়ােজাহাজ মেঘের উপর দিয়ে চলাচল করে। ফলে এর ছায়া ভূমিতে পড়ার পূর্বেই তা মেঘের উপর পড়ে। যা মেঘ ভেদ করে আর মাটিতে আসে না, এজন্যই উডডয়মান উড়ােজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না।

★★ ১১) আলোর দ্বৈত প্রতিলসরন ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কিছু কিছু কেলাস আছে যাদের মধ্যে আলোক রশ্মি গমন করলে তা দুটো অংশে বিভক্ত হয় একে আলোর দ্বৈত প্রতিলসরন বলে এবং কেলাসগুলোকে দ্বৈত প্রতিলসরাংক কেলাস বলে। দুটো চলে আলোকরশ্মির মধ্যে যেটি আলোর প্রতিলসরণের সূত্র মেনে চলে তাকে সাধারণ রশ্মি বলে এবং যেটি প্রতিলসরণের সূত্র মেনে চলে না তাকে অসাধারণ রশ্মি বলে।

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

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

উত্তরঃ 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 হলে 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।

★★ ১৪) আলোকের বর্ণালি উৎপত্তির কারনগুলো লেখ।

উত্তরঃ আলোক রশ্মি যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন আলোক রশ্মি বিভেদতলে বেঁকে যায়। সূর্যের সাদা আলো সাতটি রঙের সমন্বয়ে সৃষ্টি তাই সূর্যের আলো প্রিজমে প্রতিসরণের ফলে রশ্মির গতিপথ বেঁকে যায়। ভিন্ন ভিন্ন আলোর জন্য বাঁকার পরিমাণ ভিন্ন হওয়ায় প্রিজমের মধ্যে সাদা আলো সাতটি বর্ণে বিশ্লিষ্ট হয়ে প্রিজম থেকে নির্গত হয়। ফলে পর্দার উপর আমরা বর্ণালি দেখতে পাই। শূন্য মাধ্যম ব্যতীত অন্য যেকোন মাধ্যমে এক এক বর্ণের আলোর বেগ এক এক রকম হয়। এ কারণে একই মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক ভিন্ন ভিন্ন রঙের জন্য বিভিন্ন হয়। সুতরাং বলা যায়, বিভিন্ন বর্ণের আলোর জন্য মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের বিভিন্নতার জন্য বর্ণালি উৎপন্ন হয়।

“If people are doubting how far you can go, go so far that you can’t hear them anymore.”

—Michele Ruiz

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান

জ্ঞানমূলক+অনুধাবনমূলক সাজেশন

জ্ঞানমূলক



<p>1. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোকরশ্মি কোনো ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়, এ ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলে।</p>	<p>2. কম্পটন ক্রিয়া বা প্রভাব কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ একবর্ণী এক্স রশ্মির বিক্ষেপণের দরুন বিক্ষিপ্ত বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য তথা কম্পাঙ্কের পরিবর্তন ঘটে। এ ক্রিয়াকে কম্পটন ক্রিয়া বা প্রভাব বলে।</p>
<p>3. কাল দীর্ঘায়ন কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ 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।</p>	<p>4. হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্র বিবৃতি কর।</p> <p>উত্তরঃ 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।</p>
<p>5. আপেক্ষিকতার তত্ত্ব কি?</p> <p>উত্তরঃ আইনস্টাইনের মতে স্থান, কাল এবং ভর এদের কোনোটিই নিরপেক্ষ বা পরম নয়, প্রত্যেকটি অন্য কিছু সাপেক্ষে বিবেচিত হয়। কোনো বিষয় অন্য কোনো কিছুর সাপেক্ষে বিবেচিত হওয়াই আপেক্ষিকতা। আইনস্টাইনের এই তত্ত্বকে আপেক্ষিক তত্ত্ব বলা হয়।</p>	<p>6. আপেক্ষিকতা কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ আইনস্টাইনের মতে স্থান, কাল এবং ভর এদের কোনোটিই নিরপেক্ষ বা পরম নয়, প্রত্যেকটি অন্য কিছু সাপেক্ষে বিবেচিত হয়। কোনো বিষয় অন্য কোনো কিছুর সাপেক্ষে বিবেচিত হওয়াই আপেক্ষিকতা। আইনস্টাইনের এই তত্ত্বকে আপেক্ষিক তত্ত্ব বলা হয়।</p>
<p>7. কার্য অপেক্ষক কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ কোনো একটি ইলেকট্রনকে নিঃসারকের নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বন্ধন হতে মুক্ত করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদন করতে হয়, তাকে আলোক তড়িৎ কার্য অপেক্ষক বলে।</p>	<p>8. গ্যালিলীয় রূপান্তর কী?</p> <p>উত্তরঃ চিরায়ত পদার্থবিজ্ঞানের যেসব সমীকরণ পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল দুটি প্রসঙ্গ কাঠামোর সময় ও স্থানাক্ষের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে তাদের গ্যালিলীয় রূপান্তর বলা হয়।</p>
<p>9. ডি-ব্রগলী তরঙ্গ কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ প্রত্যেক চলমান পদার্থ কণার সাথে একটি তরঙ্গ যুক্ত থাকে। এই তরঙ্গকে ডি ব্রগলী তরঙ্গ বলে।</p>	<p>10. সূচন কম্পাঙ্ক কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্কের যে ন্যূনতম মানের জন্য ধাতব পৃষ্ঠ হতে ইলেকট্রন নির্গত হতে পারে সেই কম্পাঙ্ককে সূচন কম্পাঙ্ক বলে।</p>
<p>11. অজড় কাঠামো কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ যে কাঠামোতে জড়তার সূত্র এবং নিউটনের গতির প্রথম সূত্র প্রযোজ্য হয় না, তাকে অজড় কাঠামো বলে।</p>	<p>12. নিবৃত্তি বিভব কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ ক্যাথোড প্লেটের সাপেক্ষে অ্যানোড প্লেটে যে ন্যূনতম ঋণ বিভব দিলে আলোক তড়িৎ প্রবাহমাত্রা সদ্য বন্ধ হয়ে যায় সেই বিভবই নিবৃত্তি বিভব।</p>

13. দৈর্ঘ্য সংকোচন কাকে বলে?

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

14. ফটোইলেকট্রন কাকে বলে?

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

15. ফোটন কাকে বলে?

উত্তরঃ কোনো বস্তু থেকে আলো বা কোনো শক্তির নিঃসরণ নিরবচ্ছিন্নভাবে হয় না। শক্তি বা বিকিরণ ছিন্নায়িত 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।



1. লরেঞ্জের রূপান্তর সূত্র বিবৃতি কর।

উত্তরঃ যে রূপান্তর সূত্রে বিদ্যুৎ চুম্বকীয় সমীকরণ বিভিন্ন কাঠামোতে অভিন্ন থাকে তাকে লরেঞ্জের রূপান্তর সূত্র বলে।

2. ভরের আপেক্ষিকতা কী?

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

3. প্ল্যাঙ্ক-এর কোয়ান্টাম তত্ত্ব বিবৃতি কর।

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

4. লরেঞ্জ রূপান্তরের সূত্রের স্বীকার্য-১ বিবৃতি কর।

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

5. আলোক তড়িৎ কাকে বলে?

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

অনুধাবনমূলক



<p>1. কোনো একটি ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.31 eV বলতে কী বুঝায়?</p> <p>উত্তরঃ 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।</p>	<p>2. ঘূর্ণনশীল কাঠামো জড় প্রসঙ্গ কাঠামো নয়- ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল যে সকল প্রসঙ্গ, কাঠামোতে নিউটনের গতিসূত্র অর্জন করা যায় তাদেরকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলে। ঘূর্ণনশীল কাঠামোতে বস্তুর গতি হ্রাস বা ঘটানোর জন্য মন্দন বা ত্বরণ সৃষ্টি হয় বলে বস্তু সমবেগে চলে না। এজন্য ঘূর্ণনশীল কাঠামো 55 প্রসঙ্গ কাঠামো নয়।</p>
<p>3. ধাতুসমূহের সূচন কম্পাঙ্ক না থাকলে কী ঘটত ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ 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।</p>	<p>4. প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক h এর মাত্রা সমীকরণ কী হবে?</p> <p>উত্তরঃ প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$</p> <p>মাত্রা = কাজের মাত্রা \times সময়ের মাত্রা $= \text{বলের মাত্রা} \times \text{সরণের মাত্রা} \times \text{সময়ের মাত্রা} = \text{MLT}^{-2} \times \text{L} \times \text{T} = \text{ML}^2\text{T}^{-1}$ $[h] = \text{ML}^2\text{T}^{-1}$</p>
<p>5. একই বেগে গতিসম্পন্ন বা একই গতিশক্তি সম্পন্ন প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যে ইলেকট্রনের ডি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি কেন?</p> <p>উত্তরঃ ডি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে আমরা জানি,</p> $\lambda = \frac{h}{mv}$ <p>যেখানে h প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, m কণার ভর, v কণাটির বেগ।</p> <p>এখানে বেগ এবং ভর ব্যস্তানুপাতিক। 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।</p>	<p>6. সকল কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সম্পন্ন হয় না- ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ 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।</p>
<p>7. কোনো বস্তু আলোর সমান বেগে চলতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ আমরা জানি,</p> $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	<p>8. পটাশিয়াম সূচন কম্পাঙ্ক $6.82 \times 10^{-14} \text{ Hz}$ বলতে কী বুঝ?</p> <p>উত্তরঃ 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</p>

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।

থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে হলে সর্বনিম্ন 6.82×10^{-14} Hz কম্পাঙ্কের আলো প্রয়োজন।

9. কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল” - ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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 সা 56 কম্পাঙ্ক। অর্থাৎ সূচন কম্পাঙ্কে আলোকরশ্মি আপতিত হলেই শুধুমাত্র ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ঘটে এজন্য কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল।

10. ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.02468 \AA বলতে কী বুঝায়?

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



1. এক্স-রশ্মি নিঃসরণ ও আলোক তড়িৎ ক্রিয়া নিঃসরণ এর মূল পার্থক্য কী?

উত্তরঃ 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।

2. ছোট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফোটনের শক্তি কম", কথাটি কী সত্য? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ আমরা জানি, প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক h এবং আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্ক হলে আপতিত ফোটনের শক্তি $E = hf = h$ 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।

3. গ্যালিলিও ও লরেঞ্জ রূপান্তর কখন অভিন্ন হবে ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ

৩ 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 $\frac{v}{c} \approx 0$

সুতরাং লরেঞ্জ রূপান্তর সমীকরণগুলো রূপান্তর—

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

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$

এখানে গ্যালিলিও রূপান্তর সমীকরণ

বস্তুর বেগ বৃদ্ধি পেলে দৈর্ঘ্য সংবে

৩ আমরা জানি,

গতিশীল কঠামোর সাপেক্ষে দৈর্ঘ্য, $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

যেহেতু, $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < 1$

$\therefore L < L_0$

\therefore দৈর্ঘ্য সংকোচন, $\Delta L = L_0 - L = L_0 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right)$

উপরের সম্পর্কে v যত বাড়বে $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ এর মান তত কমবে

ফলে $1 - \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ এর মান তত বাড়বে। ফলে দৈর্ঘ্য সংকোচনের মান তত বাড়বে। অতএব নীচা যায়, বস্তুর বেগ বৃদ্ধি পেলে দৈর্ঘ্য সংকোচন বৃদ্ধি পায়।

4. ভরের আপেক্ষিকতা বলতে কি বুঝ?

৪ আমরা জানি, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

এখানে, m_0 = স্থির ভর এবং m = গতিশীল ভর। উপরোক্ত সম্পর্ক অনুযায়ী গতিশীল প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে বস্তুর ভর স্থির প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে বস্তুর ভর অপেক্ষা বেশি। এটিই ভরের আপেক্ষিকতা।

5. বড় বস্তুর তরঙ্গ বৈশিষ্ট্য অস্পষ্ট কেন ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কার্ণোর ইঞ্জিনে দ্বিতীয় ধাপে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া সংঘটিত হয়। এক্ষেত্রে প্রসারণের জবড় 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 = 6.63×10^{-34} Js 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। কোনো ধারকের প্রত্যেক পাতে যে পরিমাণ আধান জমা হলে পাতদ্বয়ের মধ্যে একক বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তাকে ঐ ধারকের ধারকত্ব বলে। ধারকের ধারকত্বের একক ফ্যারাড। কোনো ধারকের ধারকত্ব 3.67 ফ্যারাড বলতে বোঝায়, ধারকটির দুই পাতের বিভব পার্থক্য 1 ভোল্ট (V) বজায় রাখতে প্রত্যেক পাতে 3.67 কুলম্ব (C) আধানের প্রয়োজন হবে। যে শক্তি প্রয়োজন হয় তা অভ্যন্তরীণ শক্তি হতেই ব্যয় হয়। কেননা, রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বাইরের সাথে সিস্টেমের কোনো তাপের আদান-প্রদান হয় না। ফলে, সিস্টেমের তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেক্ট্রনিক্স

জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন

জ্ঞানমূলক



1. p-টাইপ অর্ধপরিবাহী কাকে বলে? উত্তরঃ কোনো বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকে সামান্য পরিমাণ ত্রিযোজী অর্থাৎ পর্যায় সারণির তৃতীয় সারির মৌল (যেমন, অ্যালুমিনিয়াম) অপদ্রব্য হিসেবে মেশানো হলে, তাকে p-টাইপ অর্ধপরিবাহী বলে।	2. জেনার ডায়োড কাকে বলে? উত্তরঃ একটি p-n জংশন ডায়োডকে বিমুখী ঝোঁকপ্রাপ্ত অবস্থায় পশ্চাৎমুখী বায়াস বাড়াতে থাকলে যে বিশেষ ডায়োডে প্রবাহমাত্রা হঠাৎ খুব বেশি বেড়ে যায়, সেই ডায়োডকে জেনার ডায়োড বলে।
3. রেকটিফায়ার কাকে বলে? উত্তরঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে এসি তড়িৎ প্রবাহকে ডিসি তড়িৎ প্রবাহে পরিণত করা যায় অর্থাৎ তড়িৎ প্রবাহকে একমুখী করা যায় তাকে রেকটিফায়ার বা একমুখীকারক বলে।	4. অর্ধপরিবাহী কাকে বলে? উত্তরঃ যে সমস্ত পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা পরিবাহী ও অন্তরকের মাঝামাঝি, সেগুলোকে অর্ধপরিবাহী পদার্থ বলে। তাপমাত্রা বাড়ালে এদের তড়িৎ পরিবাহিতা বহুগুণ বৃদ্ধি পায়।
5. Break down voltage কাকে বলে? উত্তরঃ বিমুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে যে ডায়োডে প্রয়োগ করলে ডায়োডের বিপরীত তড়িৎ প্রবাহ হঠাৎ বিপুল পরিমাণ বৃদ্ধি পায় সে ডায়োডকে জেনার ডায়োড বা ব্রেক ডাউন ডায়োড বলে।	6. লিকেজ প্রবাহ কাকে বলে? উত্তরঃ ডায়োডের বিপরীত ঝোঁকের ক্ষেত্রে ডায়োডের মান বৃদ্ধির সাথে সাথে কারেন্টের মান বেড়ে যে নির্দিষ্ট মানে পৌঁছে স্থির হয়ে যায় তাকে লিকেজ প্রবাহ বলে।
7. ডোপিং বলতে কী বুঝ? উত্তরঃ বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সাথে খুব সামান্য পরিমাণে ত্রি বা পঞ্চযোজী মৌলের মিশ্রণের কৌশলকে ডোপিং বলে।	8. বহির্জাত অর্ধপরিবাহী কাকে বলে? উত্তরঃ যেসব অর্ধ পরিবাহীতে অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে তাদেরকে বহির্জাত অর্ধপরিবাহী বলে।
9. প্রবাহ বিবর্ধক গুণক কাকে বলে? উত্তরঃ সংগ্রাহক পীঠ ডায়োডে প্রব থাকলে সংগ্রাহক প্রবাহ ও নিঃসারক প্রবাহ এর অনুপাতকে প্রবাহ বিবর্ধন গুণক বলে।	10. শক্তি ব্যান্ড কাকে বলে? উত্তরঃ কোনো পদার্থের বিভিন্ন পরমাণুতে একই কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনগুলোর শক্তির সর্বনিম্ন ও সর্বোচ্চ মানের মধ্যবর্তী পাল্লাকে শক্তি ব্যান্ড বলে।
11. পরিবহন ব্যান্ড কাকে বলে? উত্তরঃ পরমাণুর মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর জন্য যে ব্যান্ড বা পাল্লা তৈরি হয় তাকে পরিবহন ব্যান্ড বলে। পরিবহন ব্যান্ডের ইলেকট্রনগুলো বিদ্যুৎ পরিবহনে অংশগ্রহণ করে।	12. সম্মুখী ঝোঁক কাকে বলে? উত্তরঃ p-n জংশনে যদি বহিঃস্থ ডায়োড বা বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হয় তাহলে তড়িৎ প্রবাহ ঘটে। ডায়োড যদি কোষের ধনাত্মক প্রান্ত p-টাইপ বস্তুর সাথে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত n-টাইপ বস্তুর সাথে সংযুক্ত হয় তবে তাকে সম্মুখী ঝোঁক বলে।
13. হেভিডেসিমেল নম্বর পদ্ধতি কাকে বলে?	14. p-n জংশন কাকে বলে?

উত্তরঃ 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 নামের পদ্ধতি বলে।

উত্তরঃ একটি p-টাইপ ও একটি n-টাইপ অর্ধপরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থায় পরস্পরের সাথে যুক্ত করা হলে এ সংযোগ স্থলকে pn জাংশন বলে।

15. লজিক গেট কী?

উত্তরঃ 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।



1. ডিপ্লেশন স্তর কী?

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

2. যুক্তি বর্তনী কী?

উত্তরঃ যে ডিজিটাল বর্তনী বুলিয়ান বীজগণিতের সমীকরণগুলোকে বাস্তবায়িত করে তাকে লজিক গেট বা যুক্তি বর্তনী বলে।

3. বাইনারী কোড কী?

উত্তরঃ যে ডিজিটাল বর্তনী বুলিয়ান বীজগণিতের সমীকরণগুলোকে বাস্তবায়িত করে তাকে লজিক গেট বা যুক্তি বর্তনী বলে।

4. NAND গেইট কী?

উত্তরঃ মৌলিক AND গেটের আউটপুট NOT গেট যুক্ত করা হলে উক্ত সমবায়ি-ই NAND গেট।

5. অতিপরিবাহিতা কী?

উত্তরঃ অত্যধিক নিম্ন তাপমাত্রায় কিছু কিছু ধাতুর মধ্য দিয়ে অল্প বিভব পার্থক্য প্রয়োগেই প্রচণ্ড মানের তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে। এ ধর্মকে অতিপরিবাহিতা বলে।

অনুধাবনমূলক



1. একটি ট্রানজিস্টরের বেস-ইমিটার বায়াসিং কি রকম হওয়া উচিত? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ একটি ট্রানজিস্টরের বেস ইমিটার বায়াসিং সম্মুখী হওয়া উচিত। অর্থাৎ ট্রানজিস্টরটি যদি $p-n-p$ হয় তবে তার $1^{\text{ম}}$ p প্রান্ত ব্যাটারীর ধনাত্মক প্রান্ত এবং n ব্যাটারীর ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করে বর্তনী সংযোগ দেওয়া উচিত। অপরদিকে ট্রানজিস্টরটি $n-p-n$ হলে এর $1^{\text{ম}}$ n প্রান্ত ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্ত এবং p প্রান্ত ব্যাটারীর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করে বর্তনী সংযোগ দেওয়া উচিত।

2. Reverse Bias-এ বিভব প্রাচীরের উচ্চতা বৃদ্ধি পায়- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ বিমুখী বোঁকে 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।

3. N-type অর্ধপরিবাহী ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত কি-না? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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।

4. ট্রানজিস্টরের ইমিটার ও বেস সমপরিমাণ ডোপায়িত থাকে না কেন?

উত্তরঃ 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।

5. ডোপিং করলে অর্ধ পরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় কেন?

উত্তরঃ 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।

6. p -টাইপ অর্ধপরিবাহীর আধান বাহক হোল-ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ p -টাইপ অর্ধপরিবাহীতে বিভব প্রয়োগ করা হলে 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।

<p>7. NAND কে সার্বজনীন গেইট বলা হয় কেন? উত্তরঃ 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।</p>	<p>8. হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতিতে সর্বোচ্চ চার বিট কেন দরকার হয়? উত্তরঃ হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতির বেস 16। হেক্সাডেসিমেল পদ্ধতির সর্বোচ্চ ডিজিট F, যার মান দশমিকে 15 এবং বাইনারিতে 1111। অর্থাৎ সর্বোচ্চ 4টি বিটের প্রয়োজন।</p>
<p>9. এনালগ পদ্ধতি এবং ডিজিটাল পদ্ধতি এক না ভিন্ন? ব্যাখ্যা কর। উত্তরঃ 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।</p>	<p>10. n-p-n ট্রানজিস্টর p-n-p ট্রানজিস্টরের চেয়ে বেশি কার্যকর-ব্যাখ্যা কর। উত্তরঃ n-p-n ট্রানজিস্টর ও p-n-p ট্রানজিস্টরের কার্যনীতি একই রকম হলেও এদের পার্থক্য হলাে 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।</p>
<p>11. অর্ধ-পরিবাহীকে তাপ দিলে পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে ব্যাখ্যা কর। উত্তরঃ অর্ধ-পরিবাহীকে তাপ দিলে পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে। কারণ আমরা জানি, পরিবাহিতা রোধের ব্যস্তানুপাতিক। কাজেই তাপমাত্রা বাড়লে অর্ধপরিবাহীর রোধ হ্রাস পাবে। এর কারণ হলাে তাপমাত্রা বাড়লে অতিরিক্ত শক্তি পাওয়ায় অণু পরমাণুগুলোর কম্পন বেড়ে যায় ফলে এরা বন্ধন ভেঙ্গে অনেকটা স্বাচ্ছন্দ্যে চলাচল করতে পারে যা পরিবাহিতা বৃদ্ধিতে ভূমিকা রাখে।</p>	<p>12. বিমুখী ঝোঁকে ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার বৃদ্ধি পায় কেন? উত্তরঃ 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।</p>
<p>13. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে তাপদ্রব্য মিশ্রিত বা ডোপায়ন করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। উত্তরঃ 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</p>	<p>14. p-n জাংশন ডায়োডের ডিপ্লেশন লেয়ার চার্জ নিরপেক্ষ কেন? উত্তরঃ একটি p টাইপ ও একটি n টাইপ অর্ধপরিবাহীকে বিশেষ ব্যবস্থাবধানে 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</p>

বার্ন, অ্যালুমিনিয়াম, গ্যালিয়াম ইত্যাদি এবং পঞ্জযাজী মৌল হিসেবে পর্যায় সারণির পঞ্চম সারির মৌল ফসফরাস, আর্সেনিক, এন্টিমনি, বিসমাথ ইত্যাদি অপদ্রব্য ব্যবহৃত হয়।

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।

15. ডোপায়ন তড়িৎ প্রবাহে কী ভূমিকা রাখে বা তড়িৎ পরিবাহীতাকে প্রভাবিত করে- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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 হোলের সংখ্যা বা মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। ফলে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। অতএব, আমরা বলতে পারি ডোপায়ন বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে।

16. বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে অপদ্রব্য মিশ্রিত করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ যখন অন্য কোনো পদার্থের উপস্থিতিতে অর্ধপরিবাহীর 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।



1. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় কেন?

উত্তরঃ আমরা জানি, পরম শূন্য তাপমাত্রায় অর্ধ পরিবাহীর ইলেকট্রনগুলো পরমাণুতে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। এই তাপমাত্রায় সহযোজী 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 ব্যান্ডে 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।

2. ট্রানজিস্টরে ডিসি বায়াসিং অবস্থায় বেস কারেন্ট খুব কম হয় কেন?

উত্তরঃ 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 IE 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।

3. তাপমাত্রার পরিবর্তন সাপেক্ষে অর্ধপরিবাহী ও পরিবাহীর রোধের মধ্যে ভিন্নতা কিরূপ দেখা যায়?

- **উত্তরঃ** তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে অর্ধপরিবাহী ও পরিবাহীর রোধের পরিবর্তন ঘটে। তাপমাত্রা বাড়লে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। আমরা জানি, পরিবাহিতা 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।

5. ট্রানজিস্টরের বেস অংশ পাতলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

- **উত্তরঃ** 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।

7. ট্রানজিস্টর কি ডায়োড? ব্যাখ্যা কর।

- **উত্তরঃ** 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।

4. N-শ্রেণির অর্ধপরিবাহীতে সংখ্যাগরিষ্ঠ বাহক ইলেকট্রন কেন থাকে?

- **উত্তরঃ** জার্মেনিয়াম বা সিলিকন অর্ধপরিবাহীর সাথে পঞ্চযোজী মৌল মিশিয়ে n-টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরি হয়। যেমন, এন্টিমনি, আর্সেনিক ইত্যাদি। এন্টিমনি বা জার্মেনিয়ামের 5 টি যোজন ইলেকট্রনের 4টি জার্মেনিয়াম বা সিলিকনের 4টি 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।

6. ট্রানজিস্টরকে অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা হয় কেন?

- **উত্তরঃ** আমরা জানি, ট্রানজিস্টর পাঠ প্রবাহের সামান্য পরিবর্তন সংগ্রাহক প্রবাহের বিরাট পরিবর্তন ঘটায়। ট্রানজিস্টর পাঠ 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।

8. p-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী তড়িৎ নিরপেক্ষ কি-না- ব্যাখ্যা কর।

- **উত্তরঃ** সাধারণভাবে আমরা জানি, p টাইপ বস্তুতে অতিরিক্ত কিছু হোল আছে। কিন্তু ঐ অতিরিক্ত ইলেকট্রন সরবরাহ করে দাতা অপদ্রব্য। ঐ 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। ঐ অতিরিক্ত হোল মুক্ত হোল এবং এরা অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে। তাই বলা যায়, p টাইপ সেমিকন্ডাক্টর প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ নিরপেক্ষ।

৯. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অর্ধপরিবাহীর রোধ হ্রাস পায় কেন ব্যাখ্যা কর।

- **উত্তরঃ** 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।

“I wake up every morning and think to myself, ‘How far can I push this company in the next 24 hours.’” —Leah Busque