

বিজ্ঞান সিমুলেশন ব্যবহার নির্দেশিকা

ভেক্টর থেকে ফিজিক্যাল অপটিক্স পর্যন্ত প্রতিটি ল্যাব ক্লাসে কীভাবে ব্যবহার করবে, এবং শিক্ষার্থীরা বাড়িতে কীভাবে এগুলো দিয়ে অনুশীলন করতে পারবে।

সূচিপত্র

1. শুরু করা
2. স্ক্রিনের এক নজরে পরিচিতি
3. শেখো এবং অনুশীলন
4. এসএসসি • পরিমাপ ল্যাব
5. এসএসসি • গতি ল্যাব
6. এসএসসি • বল ল্যাব
7. এসএসসি • কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি ল্যাব
8. এসএসসি • পদার্থের অবস্থা ও চাপ ল্যাব
9. এসএসসি • পদার্থের ওপর তাপের প্রভাব ল্যাব
10. এসএসসি • তরঙ্গ ও শব্দ ল্যাব
11. এসএসসি • আলোর প্রতিফলন ল্যাব
12. এসএসসি • আলোর প্রতিসরণ ল্যাব
13. এসএসসি • স্থির বিদ্যুৎ ল্যাব
14. এসএসসি • প্রবাহী বিদ্যুৎ ল্যাব
15. এসএসসি • প্রবাহের চৌম্বক প্রভাব ল্যাব
16. এসএসসি • আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান ও ইলেকট্রনিক্স ল্যাব
17. এইচএসসি রসায়ন • ল্যাবরেটরির নিরাপদ ব্যবহার ল্যাব
18. এইচএসসি রসায়ন • গুণগত রসায়ন ল্যাব
19. এইচএসসি রসায়ন • মৌলের পর্যায়বৃত্ত ধর্ম ও রাসায়নিক বন্ধন ল্যাব
20. এইচএসসি রসায়ন • রাসায়নিক পরিবর্তন ল্যাব
21. এইচএসসি রসায়ন • কর্মমুখী রসায়ন ল্যাব
22. এইচএসসি রসায়ন • পরিবেশ রসায়ন ল্যাব
23. এইচএসসি রসায়ন • জৈব রসায়ন ল্যাব
24. এইচএসসি রসায়ন • পরিমাণগত রসায়ন ল্যাব
25. এইচএসসি রসায়ন • তড়িৎ রসায়ন ল্যাব
26. এইচএসসি রসায়ন • অর্থনৈতিক রসায়ন ল্যাব
27. ভেক্টর ল্যাব
28. প্রাসের গতি ল্যাব
29. নিউটনীয় বলবিদ্যা ল্যাব
30. মহাকর্ষ ল্যাব
31. পদার্থ ও প্রবাহী ল্যাব
32. পর্যাবৃত্ত গতি ল্যাব
33. তরঙ্গ ল্যাব
34. আদর্শ গ্যাস ল্যাব
35. তাপগতিবিদ্যা ল্যাব
36. স্থির বিদ্যুৎ ল্যাব
37. প্রবাহী বিদ্যুৎ ল্যাব
38. চুম্বকত্ব ল্যাব
39. আবেশ ও এসি ল্যাব
40. জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান ল্যাব
41. ফিজিক্যাল অপটিক্স ল্যাব
42. আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান ল্যাব
43. পারমাণবিক ও নিউক্লিয় ল্যাব
44. সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স ল্যাব
45. ক্লাসে এগুলো ব্যবহার করা
46. সাইটটি অনলাইনে দেওয়া
47. সমস্যা সমাধান

সাইট বিন্দু ৮-এর জন্য নির্দেশিকা (৪ অক্টোবর ২০২৬): এইচএসসি রসায়ন (১০টি অধ্যায়), এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান অধ্যায় ১-১৩ এবং এইচএসসি পদার্থবিজ্ঞানের ল্যাবগুলো, বিষয় ও শ্রেণি মেনু এবং হোম পেজে একটি English / বাংলা সুইচ সহ।

শুরু করা

সাইটের হোম পেজ খোলো, ওপরে ডান পাশে তোমার শ্রেণি (**HSC** বা **SSC**) এবং ভাষা (**English** বা **বাংলা**) বেছে নাও, এরপর একটি ল্যাব বেছে নাও। প্রতিটি ল্যাব একটি একক ওয়েব পেজ: কিছু ইনস্টল করার প্রয়োজন নেই, কোনো অ্যাকাউন্টও লাগে না। এটি ফোন, ট্যাবলেট, ল্যাপটপ বা ক্লাসরুম প্রজেক্টরে যেকোনো আপ-টু-ডেট ব্রাউজারে (**Chrome, Edge, Firefox, Safari**) কাজ করে।

- **হোম পেজ**-এ প্রতিটি ল্যাব পত্র ও অধ্যায় অনুযায়ী তালিকাভুক্ত থাকে।
- একটি ল্যাবের ভেতরে, **সব সিমুলেশন** (ওপরে ডান পাশে) তোমাকে হোম পেজে ফিরিয়ে নেয়।
- **সাহায্য** (ওপরে ডান পাশে) সেই ল্যাবের জন্য পেজ না ছেড়েই একটি ছোট গাইড খুলে দেয়।

টিপ। একটি ল্যাব বুকমার্ক করো বা এর লিংক শেয়ার করো। ঠিকানাটি টপিক মনে রাখো, যেমন

`.../hsc/vector/index.html#river` সরাসরি **River & boat** টপিকে খোলে।

স্ক্রিনের এক নজরে পরিচিতি

অংশ	এটি কী করে
টপিক ট্যাব	শিরোনামের নিচের নামের সারি। প্রতিটি ট্যাব অধ্যায়ের একটি টপিক।
মঞ্চ (Stage)	বড় অ্যানিমেটেড ছবি। কিছু টপিকে তুমি এর ওপর ক্লিক বা ড্র্যাগ করতে পারো (তীরের মাথা, প্রোব, ফ্ল্যাশ)।
মঞ্চের নিচের বাটন	সেই টপিকের জন্য স্ক্রিন পছন্দ (যেমন Galilean / Lorentz / Adding velocities), সাথে থামাও, আবার শুরু বা Start , এবং পরিচ্ছন্ন দৃশ্য ।
কন্ট্রোল প্যানেল (ডান পাশে)	পদার্থবিজ্ঞান বদলানোর জন্য স্লাইডার ও চিপ: গতি, কোণ, তরঙ্গদৈর্ঘ্য ইত্যাদি। প্রতিটি স্লাইডারের পাশে মান দেখানো থাকে।
রিডিং বক্স	সিমুলেশনের লাইভ সংখ্যা: γ , প্রবাহ, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, দূরত্ব ও আরও অনেক কিছু।
English / বাংলা (হোম পেজ, ওপরে ডান পাশে)	পুরো সাইটের জন্য একটি সুইচ। হোম পেজে একবার বেছে নাও, এরপর প্রতিটি ল্যাব সেই ভাষায় খোলে — ট্যাব, কন্ট্রোল, রিডিং, সমীকরণ, নোট, অঙ্ক ও কুইজ। এই পছন্দটি সেই ডিভাইসে মনে রাখা হয়।
নিচের কার্ড	শেখো মোডে: বর্তমান সংখ্যাসহ সমীকরণ এবং "লক্ষ করার বিষয়"। অনুশীলন মোডে: সমাধান করার একটি অঙ্ক এবং একটি ছোট কুইজ।

পরিচ্ছন্ন দৃশ্য

মঞ্চ ছাড়া বাকি সবকিছু আড়াল করতে **পরিচ্ছন্ন দৃশ্য** চাপো। প্রজেক্টরে বা স্ক্রিন রেকর্ড করার সময় এটি ব্যবহার করো। ফিরে আসতে

Esc বা নিচের ডান পাশের হালকা **পরিচ্ছন্ন দৃশ্য থেকে বের হও** বাটনটি চাপো।

হালকা ও গাঢ় থিম

ল্যাবগুলো ডিভাইসের হালকা বা গাঢ় সেটিং স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনুসরণ করে। উজ্জ্বল আলোর ঘরে প্রজেক্টরের জন্য সাধারণত হালকা সেটিংটিই বেশি স্পষ্ট দেখায়।

শেখো এবং অনুশীলন

শেখো / অনুশীলন সুইচটি প্রতিটি ল্যাবের ওপরে ডান পাশে থাকে।

শেখো মোড

- **সমীকরণ, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে**-এ প্রতিটি সমীকরণ দেখানো হয়, তারপর বর্তমান স্লাইডার মান বসিয়ে সেই একই সমীকরণ, এবং তারপর উত্তর। তুমি স্লাইডার সরালে এটি আপডেট হয়।
- **লক্ষ করার বিষয়**-এ সেই স্ক্রিনের জন্য বলার মূল বিষয়গুলো তালিকাভুক্ত থাকে।

অনুশীলন মোড

1. অঙ্কটি পড়ো। এটি পাঠ্যবইয়ের ধরনের সংখ্যা ব্যবহার করে এবং প্রতিবার বদলে যায়।
2. উত্তরটি সংখ্যা হিসেবে টাইপ করো, যেমন **12.5**, **-3.4** বা 3.2×10^{-10} -এর জন্য **3.2e-10**। **যাচাই কর** বা **Enter** চাপো।
3. তুমি সঠিক উত্তর এবং সমাধান-প্রক্রিয়া পাবে। **মধ্যে দেখাও** সিমুলেশনটিকে একই মানে সেট করে, যাতে শিক্ষার্থীরা ফলাফল দেখতে পারে।
4. **নতুন অঙ্ক** আরও একটি অঙ্ক দেয়। শিরোনামের পাশের স্কোরে সঠিক উত্তরের সংখ্যা গোনা হয়।

কিছু টপিকে সাধারণ অঙ্কের বদলে নিজস্ব চ্যালেঞ্জ থাকে (জেটিতে নৌকা ভেড়ানো, প্রাসের লক্ষ্যবস্তুতে আঘাত করা, গাড়ির কাচ শুষক রাখা, ডাইভারজেল বা কার্লের চিহ্ন পড়া)। প্রতিটি টপিকে ব্যাখ্যাসহ একটি **ঝটপট যাচাই** বহুনির্বাচনী কুইজও থাকে।

লক্ষণীয়। স্কোর সংরক্ষিত হয় না। পেজ রিলোড করলে এটি রিসেট হয়ে যায়, এবং শিক্ষার্থী যা টাইপ করে তার কিছুই তার ডিভাইস থেকে বাইরে যায় না।

পরিমাপ ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ১

ভৌত রাশি এবং তা কীভাবে পরিমাপ করা হয়, শেখো ও অনুশীলন মোড সহ। এসএসসি ল্যাবগুলো দেখতে হোম পেজের Class মেনুতে SSC বেছে নাও।

- **বস্তুর মাপের ধারা (The scale of things):** 10^{-15} মিটার থেকে 10^{25} মিটার পর্যন্ত একটি লগারিদমিক স্কেল। এক্সপোনেন্ট সরিয়ে প্রেফিক্স (ন্যানো, মাইক্রো, মিলি, কিলো, মেগা...) এবং সেই মাপের একটি দৈনন্দিন বস্তু দেখো।
- **এসআই মৌলিক একক:** সাতটি মৌলিক রাশি, তাদের একক, প্রতীক ও ডাইমেনশন অক্ষরসহ, এবং প্রতিটি থেকে তৈরি একটি লব্ধ একক।
- **একক রূপান্তর:** একটি দৈর্ঘ্য, ভর বা সময় তার সব সাধারণ এককে একসাথে দেখানো হয়, রূপান্তর গুণক সহ।
- **মিটার স্কেল, ভার্নিয়ার ক্যালিপার্স এবং জু গজ:** পড়ার জন্য বাস্তবসদৃশ স্কেল। ভার্নিয়ারটি মিলে যাওয়া ভাগ (division) হাইলাইট করে; জু গজে স্লিভ ও থিম্বল রিডিং দেখানো হয়। প্রতিটির জন্য নতুন বস্তুর একটি বাটন আছে, যাতে শিক্ষার্থীরা বারবার রিডিং পড়ার অনুশীলন করতে পারে।
- **ডাইমেনশন:** বল, শক্তি, চাপ ইত্যাদি বেছে নিয়ে এর [M L T] ডাইমেনশনকে ব্লক আকারে দেখো। **ত্রুটি ও নির্ভুলতা:** একই দৈর্ঘ্য মিটার স্কেল, ভার্নিয়ার ও জু গজ দিয়ে পড়া, প্রতিটির জন্য চূড়ান্ত ও শতকরা ত্রুটি সহ।

গতি ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ২

গতির বর্ণনা, গ্রাফ এবং গতির সমীকরণ, শেখো ও অনুশীলন মোড সহ।

- **দূরত্ব বনাম সরণ:** একটি ছেলে বাড়ি থেকে একটি ব্লক ঘুরে হাঁটছে; পথ ধরে ড্র্যাগ করো এবং হাঁটা দূরত্বকে সরল সরণ তীরের সাথে তুলনা করো।
- **গতির প্রকারভেদ:** রৈখিক, ঘূর্ণন, বৃত্তীয়, কম্পনশীল এবং পর্যাবৃত্ত গতি অ্যানিমেটেড, প্রতিটির সাথে একটি দৈনন্দিন উদাহরণ।
- **দ্রুতি বনাম বেগ:** একটি রাউন্ড ট্রিপ যেখানে গড় দ্রুতি সবসময় ধনাত্মক থাকে কিন্তু গড় বেগ শূন্যে ফিরে আসে।
- **দূরত্ব-সময় এবং বেগ-সময়** গ্রাফ বিশ্রাম, সমবেগ, গতি বৃদ্ধি এবং গতি কমানোর জন্য, ঢাল ও গ্রাফের নিচের ক্ষেত্রফল ব্যাখ্যাসহ; এবং একটি গাড়ি যা লাইভ দুটি গ্রাফই আঁকে।
- **গতির সমীকরণ:** u , a ও t সেট করে চলমান গাড়িতে $v = u + at$, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ এবং $v^2 = u^2 + 2as$ যাচাই করো; ব্রেকিং দূরত্ব দেখায় কেন গতি দ্বিগুণ করলে থামার দূরত্ব চারগুণ হয়ে যায়।
- **পতনশীল বস্তু:** গ্যালিলিওর ১ : ৩ : ৫ ব্যবধান-সহ মুক্তপতন এবং ঢাল g -সম্পন্ন $v-t$ গ্রাফ; সোজা ওপরে ছোড়া একটি বল; এবং বাতাসে ও শূন্য মাধ্যমে একটি পালক ও একটি মুদ্রা।

বল ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ৩

নিউটনের তিনটি সূত্র, ভরবেগ এবং ঘর্ষণ, প্রতিটি চলমান বস্তু ও বল তীরের সাহায্যে দেখানো হয়েছে। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **নিউটনের সূত্র:** প্রথম সূত্র: জড়তা, দ্বিতীয় সূত্র: $F = ma$, তৃতীয় সূত্র: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া।
- **ভরবেগ:** সংঘর্ষ, বন্দুক ও গুলি, বল ধরা।
- **ঘর্ষণ:** স্থিতি ও গতিজ ঘর্ষণ, পৃষ্ঠতল ও চাকা।

কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ৪

একটি বল দ্বারা কৃত কাজ, গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি, শক্তির নিত্যতা, ক্ষমতা, দক্ষতা এবং বিদ্যুৎ বিল। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **কাজ:** বল ও সরণ, মাধ্যাকর্ষণের বিরুদ্ধে তোলা।
- **শক্তি:** গতিশক্তি ↔ স্থিতিশক্তি, একটি পতনশীল বল, শক্তির রূপভেদ।
- **ক্ষমতা ও দক্ষতা:** ক্ষমতা: সিঁড়ি দৌড়ে ওঠা, একটি যন্ত্রের দক্ষতা, বৈদ্যুতিক শক্তি ও বিল।

পদার্থের অবস্থা ও চাপ ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ৫

পদার্থের অবস্থার কণা মডেল, ঘনত্ব, হুকের সূত্র, কঠিন, তরল ও বাতাসে চাপ, পাস্কালের সূত্র এবং প্লবতা। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **পদার্থ ও ঘনত্ব:** কঠিন, তরল ও গ্যাস, ঘনত্ব = m / V , স্থিতিস্থাপকতা: হুকের সূত্র।
- **চাপ:** কঠিনে: $P = F / A$, তরলে: $P = h\rho g$, বায়ুর চাপ ও ব্যারোমিটার।
- **পাস্কাল ও প্লবতা:** পাস্কালের সূত্র, আর্কিমিডিসের সূত্র, ভাসা ও ডোবা।

পদার্থের ওপর তাপের প্রভাব ল্যাব

এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান · অধ্যায় ৬

তাপমাত্রার স্কেল, তাপ প্রবাহ, তাপীয় প্রসারণ, পানির অস্বাভাবিক প্রসারণ, আপেক্ষিক তাপ এবং অবস্থার পরিবর্তন। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **তাপমাত্রা:** থার্মোমিটার স্কেল, তাপ বনাম তাপমাত্রা।
- **প্রসারণ:** রৈখিক প্রসারণ, বাইমেটালিক স্ট্রিপ, পানির অস্বাভাবিক প্রসারণ।
- **তাপ ধারণক্ষমতা ও অবস্থার পরিবর্তন:** আপেক্ষিক তাপ, বরফের উত্তাপ রেখচিত্র (heating curve), বাষ্পীভবন ও স্ফুটন।

তরঙ্গ ও শব্দ ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ৭

অনুপ্রস্থ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ, $v = f\lambda$, তরঙ্গ রেখচিত্র, প্রতিধ্বনি, বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের গতিবেগ এবং শ্রবণসীমা। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **তরঙ্গ:** অনুপ্রস্থ তরঙ্গ, অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।
- **তরঙ্গ সমীকরণ:** $v = f\lambda$, পর্যায়কাল ও কম্পাঙ্ক, তরঙ্গ রেখচিত্র।
- **শব্দ:** প্রতিধ্বনি, বিভিন্ন মাধ্যমে গতিবেগ, শ্রবণসীমা ও সোনার।

আলোর প্রতিফলন ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ৮

প্রতিফলনের সূত্র, নিয়মিত ও ব্যাপ্ত প্রতিফলন, সমতল দর্পণে প্রতিবিম্ব, কোণে থাকা দুটি দর্পণ, এবং অবতল ও উত্তল দর্পণের রশ্মিচিত্র। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **প্রতিফলনের সূত্র:** সমতল দর্পণে একটি রশ্মি, নিয়মিত ও ব্যাপ্ত প্রতিফলন।
- **সमतल দর্পণ:** সমতল দর্পণে প্রতিবিম্ব, কোণে থাকা দুটি দর্পণ।
- **গোলীয় দর্পণ:** P, F ও C, অবতল দর্পণ, উত্তল দর্পণ।

আলোর প্রতিসরণ ল্যাব

এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ৯

শ্বেলের সূত্র, আপাত গভীরতা, সম্পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন, উত্তল ও অবতল লেন্স, লেন্সের ক্ষমতা, চোখ এবং প্রিজম দ্বারা বিচ্ছুরণ। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **প্রতিসরণ:** শ্বেলের সূত্র, আপাত গভীরতা, সম্পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন।
- **লেন্স:** উত্তল লেন্স, অবতল লেন্স, লেন্সের ক্ষমতা।
- **চোখ:** চোখ ও অভ্যোজন, দৃষ্টির ত্রুটি, প্রিজম ও বিচ্ছুরণ।

স্থির বিদ্যুৎ ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ১০

ঘর্ষণ দ্বারা এবং আবেশ দ্বারা আধানিত করা, গোল্ড-লিফ ইলেকট্রোস্কোপ, কুলম্বের সূত্র, তড়িৎ ক্ষেত্র রেখা, ক্ষেত্র তীব্রতা এবং বজ্র নিরোধক। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **আধানিত করা:** ঘর্ষণ দ্বারা আধানিত করা, আবেশ দ্বারা আধানিত করা, গোল্ড-লিফ ইলেকট্রোস্কোপ।
- **কুলম্বের সূত্র:** দুটি আধানের মধ্যে বল, ব্যস্ত-বর্গীয় সূত্র।
- **তড়িৎ ক্ষেত্র:** ক্ষেত্র রেখা, ক্ষেত্র তীব্রতা ও বিভব, বজ্রপাত ও নিরোধক।

প্রবাহী বিদ্যুৎ ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ১১

প্রবাহ ও ওহমের সূত্র, একটি তারের রোধ, শ্রেণি ও সমান্তরাল বর্তনী, বৈদ্যুতিক ক্ষমতা ও তাপ, বিদ্যুৎ বিল এবং নিরাপদ ঘর-ওয়ারিং। প্রতিটি ভিউ অ্যানিমেট করে, এবং এতে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন অঙ্ক এবং একটি কুইজ থাকে।

- **শ্রেণি ও সমান্তরাল:** শ্রেণি, সমান্তরাল, একই বাতি, দুই উপায়ে।
- **প্রবাহ ও ওহমের সূত্র:** একটি সরল বর্তনী, $V-I$ রেখচিত্র, তারের রোধ।
- **ক্ষমতা ও নিরাপত্তা:** বৈদ্যুতিক ক্ষমতা ও তাপ, জ্বলানি বিল (kWh), ঘর-ওয়ারিং ও ফিউজ।

চলবিদ্যুতের চৌম্বক ক্রিয়া ল্যাব এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান · অধ্যায় ১২

তারের ও সলিনয়েডের চৌম্বক ক্ষেত্র, তড়িচ্চুম্বক, প্রবাহের ওপর বল, ডিসি মোটর, তড়িচ্চুম্বকীয় আবেশ, এসি জেনারেটর ও ট্রান্সফরমার। প্রতিটি দৃশ্য অ্যানিমেটেড, এবং এতে আছে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন সমস্যা ও একটি কুইজ।

- **প্রবাহের চৌম্বক ক্ষেত্র:** সরল তার, সলিনয়েড, তড়িচ্চুম্বক।
- **বল ও মোটর:** তারের ওপর বল, ডিসি মোটর।
- **তড়িচ্চুম্বকীয় আবেশ:** চুম্বক ও কুণ্ডলী, এসি জেনারেটর, ট্রান্সফরমার।

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান ও ইলেকট্রনিক্স ল্যাব

এসএসসি পদার্থবিজ্ঞান • অধ্যায় ১৩

তেজস্ক্রিয়তা ও অর্ধায়ু, অ্যানালগ ও ডিজিটাল সংকেত, p-n ডায়োড ও রেকটিফায়ার, ট্রানজিস্টর, লজিক গেট এবং আধুনিক যোগাযোগ। প্রতিটি দৃশ্য অ্যানিমেটেড, এবং এতে আছে স্লাইডার, লাইভ রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমাধান করা সমীকরণ, নোট, একটি অনুশীলন সমস্যা ও একটি কুইজ।

- তেজস্ক্রিয়তা: α , β ও γ রশ্মি, ক্ষেত্রে বিচ্যুতি, অর্ধায়ু।
- ইলেকট্রনিক্স: অ্যানালগ ও ডিজিটাল, p-n জংশন ডায়োড, হাফ-ওয়েভ রেকটিফায়ার।
- ট্রানজিস্টর ও লজিক গেট: সুইচ হিসেবে ট্রানজিস্টর, লজিক গেট।
- যোগাযোগ: রেডিও তরঙ্গ ও মডুলেশন, অপটিক্যাল ফাইবার, স্যাটেলাইট ও ইন্টারনেট।

ল্যাবরেটরির নিরাপদ ব্যবহার ল্যাব এইচএসসি রসায়ন ১ম পত্র • অধ্যায় ১

বিপদ চিহ্ন, আগুনের ত্রিভুজ ও অগ্নিনির্বাপক, সুরক্ষা সরঞ্জাম, নিরাপদে এসিড লঘুকরণ, নিরাপদে তাপ দেওয়া ও গন্ধ নেওয়া, আর কাচের যন্ত্র ও নিষ্কি সঠিকভাবে পড়া। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **বিপদ ও আগুন:** GHS বিপদ চিত্রলিপি, অগ্নি ত্রিভুজ ও অগ্নিনির্বাপক, PPE ও এসিড ছিটকে পড়া।
- **নিরাপদ ব্যবহার:** গাড় এসিড লঘুকরণ, টেস্টটিউবে তাপ দেওয়া, হাত নেড়ে গ্যাসের গন্ধ নেওয়া।
- **পরিমাপ ও কাচপাত্র:** মেনিস্কাস পাঠ, কাচপাত্র বাছাই, নিষ্কি ও শতকরা ভ্রুটি।

গুণগত রসায়ন ল্যাব এইচএসসি রসায়ন ১ম পত্র • অধ্যায় ২

রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেল এবং হাইড্রোজেন বর্ণালি, কোয়ান্টাম সংখ্যা, অরবিটালের আকৃতি ও ইলেকট্রন বিন্যাস, দ্রাব্যতা ও K_{sp} , শিখা পরীক্ষা, বর্ণালিবীক্ষণ ও কাগজ ক্রোমাটোগ্রাফি। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **পরমাণু মডেল:** রাদারফোর্ড: সোনার পাত, বোর মডেল: ইলেকট্রনের লাফ, হাইড্রোজেন বর্ণালি।
- **কোয়ান্টাম সংখ্যা ও ইলেকট্রন বিন্যাস:** কোয়ান্টাম সংখ্যা, অরবিটালের আকৃতি, ইলেকট্রন বিন্যাস।
- **দ্রাব্যতা ও K_{sp} :** দ্রাব্যতা বক্ররেখা, K_{sp} ও অধঃক্ষেপণ, সম-আয়ন প্রভাব।
- **শিখা পরীক্ষা ও বর্ণালিবীক্ষণ:** শিখা পরীক্ষা, তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালি ও বর্ণালিবীক্ষণ, কাগজ ক্রোমাটোগ্রাফি।

মৌলের পর্যায়বৃত্ত ধর্ম ও রাসায়নিক বন্ধন ল্যাব

এইচএসসি রসায়ন ১ম পত্র • অধ্যায় ৩

পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, আয়নিকরণ শক্তি, তড়িৎ ঋণাত্মকতা ও ইলেকট্রন আসক্তির পর্যায়বৃত্ত ধারা; আয়নিক, সমযোজী ও সন্নিবেশ বন্ধন; VSEPR আকৃতি ও সংকরণ; বন্ধনের পোলারিটি ও হাইড্রোজেন বন্ধন। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- পর্যায় সারণি ও ধারা: পর্যায়বৃত্ত ধারা, আয়নিকরণ শক্তি বনাম Z , পরমাণুর আকার ও আবরণী প্রভাব।
- আয়নিক, সমযোজী ও সন্নিবেশ বন্ধন: আয়নিক বন্ধন, সমযোজী বন্ধন, সন্নিবেশ বন্ধন।
- আকৃতি ও সংকরণ: VSEPR আকৃতি, সংকরণ।
- পোলারিটি ও আন্তঃআণবিক বল: বন্ধনের পোলারিটি, হাইড্রোজেন বন্ধন।

রাসায়নিক পরিবর্তন ল্যাব

এইচএসসি রসায়ন ১ম পত্র · অধ্যায় ৪

সংঘর্ষ তত্ত্ব, ম্যাক্সওয়েল-বোল্টজম্যান বণ্টন, আরহেনিয়াস সমীকরণ ও শক্তিচিত্র; গতিশীল সাম্যাবস্থা, লা শাতেলিয়ে নীতি, K_c ও K_p ; pH , নির্দেশক, দুর্বল এসিড ও বাফার; প্রশমন তাপ ও হেসের সূত্র। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **বিক্রিয়ার হার:** সংঘর্ষ তত্ত্ব, ম্যাক্সওয়েল-বোল্টজম্যান ও আরহেনিয়াস, শক্তি লেখচিত্র।
- **রাসায়নিক সাম্যাবস্থা:** গতিশীল সাম্যাবস্থা, লা শাতেলিয়ের: হেবার প্রণালী, K_c এবং K_p ।
- **এসিড, ক্ষারক ও pH :** pH স্কেল ও নির্দেশক, তীব্র ও দুর্বল এসিড, বাফার দ্রবণ।
- **বিক্রিয়া তাপ:** প্রশমন তাপ, হেসের সূত্র।

কর্মমুখী রসায়ন ল্যাব এইচএসসি রসায়ন ১ম পত্র • অধ্যায় ৫

খাদ্য নষ্ট হওয়া, সংরক্ষক ও ভেজাল শনাক্তকরণ; সাবানায়ন, সাবান কীভাবে তেল-ময়লা তোলে ও খর পানি; গাঁজন থেকে ভিনেগার, ভিনেগারের টাইট্রেশন ও ব্লিচিং পাউডার; কলয়েড, টিভাল প্রভাব ও তঞ্চন। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **খাদ্য সংরক্ষক:** পচন, সংরক্ষক, ভেজাল।
- **সাবান ও ডিটারজেন্ট:** সাবান তৈরি, তেল-চর্বি দূর, খর পানি।
- **ভিনেগার ও ব্লিচ:** গাঁজন, টাইট্রেশন, ব্লিচ।
- **কোলয়েড:** টিভাল প্রভাব, তঞ্চন।

পরিবেশ রসায়ন ল্যাব

এইচএসসি রসায়ন ২য় পত্র • অধ্যায় ১

বয়েল, চার্লস, গে-লুসাক ও অ্যাভোগেড্রোর সূত্র, ডাল্টনের আংশিক চাপ ও গ্রাহামের ব্যাপন; অণুর বেগ ও বাস্তব গ্যাস; বায়ুমণ্ডল, গ্রিনহাউস প্রভাব ও ওজোন স্তর; এসিড বৃষ্টি ও পানির গুণমান পরীক্ষা। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **গ্যাসের সূত্র:** বয়েল, চার্লস, গে-লুসাক, অ্যাভোগেড্রো, ডাল্টন: আংশিক চাপ, গ্রাহাম: ব্যাপন।
- **গতিতত্ত্ব ও বাস্তব গ্যাস:** অণুর বেগ, বাস্তব গ্যাস: Z ও ভ্যান ডার ওয়ালস।
- **বায়ুমণ্ডল ও ওজোন:** গঠন ও স্তর, গ্রিনহাউস প্রভাব, ওজোন স্তর ও CFC।
- **এসিড বৃষ্টি ও পানির মান:** এসিড বৃষ্টি, পানির মান পরীক্ষক।

জৈব রসায়ন ল্যাব এইচএসসি রসায়ন ২য় পত্র • অধ্যায় ২

সমগোত্রীয় শ্রেণি ও IUPAC নামকরণ, কার্যকরী মূলক ও কার্বনের সংকরণ; গাঠনিক, জ্যামিতিক ও আলোক সমাণুতা; যুত, প্রতিস্থাপন ও অপসারণ বিক্রিয়া; বেনজিন ও অ্যারোমেটিসিটি; ল্যাব পরীক্ষা দিয়ে অজানা যৌগ শনাক্তের খেলা। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **গঠন ও নামকরণ:** সমগোত্রীয় শ্রেণি, কার্যকরী মূলক, কার্বনের সংকরণ।
- **সমাণুতা:** গাঠনিক সমাণু, জ্যামিতিক (সিস-ট্রান্স), আলোক সমাণু।
- **বিক্রিয়ার প্রকারভেদ:** যুত বিক্রিয়া, প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া, অপসারণ বিক্রিয়া।
- **অ্যারোমেটিসিটি ও ল্যাব পরীক্ষা:** বেনজিন ও অ্যারোমেটিসিটি, অজানা যৌগ শনাক্ত করো।

পরিমাণগত রসায়ন ল্যাব

এইচএসসি রসায়ন ২য় পত্র • অধ্যায় ৩

ভর, মোল, কণা ও মোলার আয়তন; স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত; লিমিটিং বিক্রিয়ক ও শতকরা উৎপাদন; মোলারিটি, মোলালিটি, নরমালিটি ও ppm; প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি ও লঘুকরণ; এসিড-ক্ষার ও জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন এবং রেডক্স সমীকরণ সমতাকরণ। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **মোল ধারণা:** ভর, মোল, কণা ও আয়তন, স্থূল ও আণবিক সংকেত, লিমিটিং বিক্রিয়ক ও ফলন।
- **দ্রবণ ও ঘনমাত্রা:** মোলারিটি, মোলালিটি, নরমালিটি, ppm, প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতি, লঘুকরণ $M_1V_1 = M_2V_2$ ।
- **টাইট্রেশন ও জারণ-বিজারণ:** এসিড-ক্ষার টাইট্রেশন, জারণ-বিজারণ টাইট্রেশন, জারণ-বিজারণ সমীকরণের সমতাকরণ।

তড়িৎ রসায়ন ল্যাব

এইচএসসি রসায়ন ২য় পত্র • অধ্যায় ৪

ধাতব ও তড়িৎবিশ্লেষ্য পরিবাহিতা, তীব্র ও মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য এবং মোলার পরিবাহিতা; তড়িৎবিশ্লেষণের উৎপাদ ও ফ্যারাডের সূত্র; ড্যানিয়েল কোষ, তড়িৎদ্বার বিভব, নার্নস্ট সমীকরণ এবং ক্ষয় ও তার প্রতিরোধ। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **পরিবাহিতা:** ধাতব বনাম তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবহন, সবল ও দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য, মোলার পরিবাহিতা।
- **তড়িৎ বিশ্লেষণ:** তড়িৎদ্বারে উৎপাদ, ফ্যারাডের প্রথম সূত্র, ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্র।
- **গ্যালভানিক কোষ:** ড্যানিয়েল কোষ, তড়িৎদ্বার বিভব, নার্নস্ট সমীকরণ, ক্ষয় ও সুরক্ষা।

অর্থনৈতিক রসায়ন ল্যাব

এইচএসসি রসায়ন ২য় পত্র • অধ্যায় ৫

হেবার-বশ প্রক্রিয়া, ইউরিয়া সার ও স্পর্শ প্রক্রিয়া; সিমেন্ট, কাচ ও সিরামিক; সক্রিয়তা সিরিজ, ধাতু নিষ্কাশন ও মারুত চুল্লি; চিনি ও ইথানল উৎপাদন, যুত পলিমার ও পরমাণু অর্থনীতি। প্রতিটি দৃশ্যে অ্যানিমেশন, স্লাইডার, সরাসরি রিডিং, তোমার দেওয়া মান বসিয়ে সমীকরণ, নোট, অনুশীলনের অঙ্ক ও কুইজ আছে।

- **রাসায়নিক শিল্প:** হেবার-বশ অ্যামোনিয়া, ইউরিয়া সার, স্পর্শ পদ্ধতি (H_2SO_4)।
- **উপকরণ ও ধাতু:** সিমেন্ট (ঘূর্ণায়মান চুল্লি), কাচ ও সিরামিকস, সক্রিয়তা ও নিষ্কাশন, মারুৎ চুল্লি (লোহা)।
- **দৈনন্দিন ও সবুজ রসায়ন:** চিনি ও ইথানল, যুত পলিমার, পরমাণু অর্থনীতি।

ভেক্টর ল্যাব এইচএসসি ১ম পত্র • অধ্যায় ২

যোগ ও গুণ

- মন্ডের নিচে **ত্রিভুজ সূত্র**, **সামান্তরিক সূত্র**, **উপাংশ**, **ফেলার গুণন** বা **ভেক্টর গুণন** বেছে নাও।
- মন্ডে **A** ও **B**-এর বৃত্তচিহ্নিত প্রান্ত টেনে সরাও, বা মাপ ও দিকের জন্য স্লাইডার ব্যবহার করো।
- রিডিং: ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ θ , $|R|$, α , $A \cdot B$, $|A \times B|$ এবং $A \times B$ পেজের ভেতরে না বাইরে যায় তা।
- দেখাও যে ত্রিভুজ ও সামান্তরিক সূত্র একই **R** দেয়, এবং ক্রম বদলালে $A \times B$ উল্টে যায়।

নদী ও নৌকা

- নদীর প্রস্থ **d**, স্রোত **u**, নৌকার বেগ **v** (স্থির পানিতে) এবং স্রোতের সাথে দিক θ নির্ধারণ করো। **শুরু**-তে চাপো।
- নৌকা **v**-এর দিকে মুখ করে থাকলেও লব্ধি **R**-এর দিকে চলে। এর পথ আঁকা হয়; পূর্বের পথগুলো ধূসর থেকে যায় যতক্ষণ না **পথ মুছো**-তে চাপা হয়।
- সর্বনিম্ন সময়** সরাসরি ওপারে যায় ($\theta = 90^\circ$)। **বিপরীত বিন্দুতে পৌঁছানো** স্রোতের বিপরীতে $\cos \theta = -u/v$ কোণে যায়। $v \leq u$ হলে বিপরীত বিন্দুতে পৌঁছানো সম্ভব নয় বলে দেখায়।
- অনুশীলন: নদীর মান স্থির থাকে; শিক্ষার্থীরা লাল জেটিতে পৌঁছাতে θ বেছে নেয় এবং তাদের পারাপারের সময় লেখে।

বৃষ্টি: ছাতা ও গাড়ি

- প্যানেলের ওপরে **ছাতাসহ পথচারী** বা **গাড়ির জানালা** বেছে নাও।
- রাস্তার দৃশ্য** রাস্তা থেকে দেখা বৃষ্টি দেখায়। **পথচারীর দৃশ্য** / **চালকের দৃশ্য** চলমান ব্যক্তির কাছ থেকে একই বৃষ্টি দেখায়: এটি তার দিকে বাঁকা হয়ে আসে।
- পথচারী: বৃষ্টির বেগ, বাতাস (+ সামনের দিকে বয়) এবং হাঁটার বেগ। **স্বয়ংক্রিয় কাত** ছাতাকে সঠিক কোণে সেট করে; **নিজে ধরো**-তে তুমি নিজে কোণ বেছে নিতে পারো এবং দেখতে পারো সে ভিজে যায় কি না। সিনারিও চিপগুলো সাধারণ পরিস্থিতি সেট করে দেয়।
- গাড়ি: পেছনের দিকে (ঋণাত্মক) থেকে সামনের দিকে বেগ, পেছনের কাচের কোণ β এবং সামনের কাচের কোণ γ । প্রতিটি কাচ **ভেজা** বা **শুকনো** দেখায়। জোরে সামনে চালালে পেছনের কাচ শুকনো থাকে ($v \geq v_r \cot \beta$); শুধু জোরে পেছনে চালালে সামনের কাচ শুকনো থাকে।
- অনুশীলন: ছাতার কাত, বা কাচ শুকনো রাখার জন্য সর্বনিম্ন বেগ খুঁজে বের করো, তারপর ফলাফল দেখো।

গ্রেডিয়েন্ট, ডাইভারজেন্স ও কার্ল

- মন্ডের নিচে একটি স্ক্রিন বেছে নাও: **গ্রেডিয়েন্ট**, **ডাইভারজেন্স**, **কার্ল** বা **সব একসাথে (অ্যাডভান্সড)**। প্রথম তিনটি দিয়ে শুরু করো: প্রতিটি একটি করে ধারণা দেখায়।
- গ্রেডিয়েন্ট**: কনটুর রেখাসহ ϕ -এর একটি রঙিন উচ্চতা-মানচিত্র। বিন্দুটি টানো: $\nabla \phi$ কনটুর রেখা ভেদ করে উপরের দিকে নির্দেশ করে।
- ডাইভারজেন্স**: বৃত্তটি টানো। সবুজ প্রান্ত-তীর বোঝায় প্রবাহ বেরিয়ে যাচ্ছে, লাল বোঝায় প্রবাহ ঢুকছে।
- কার্ল**: প্যাডেল হুইলটি টানো। ধনাত্মক কার্লের জন্য এটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ঘোরে, ঋণাত্মকের জন্য ঘড়ির কাঁটার দিকে।
- সব একসাথে**: সবকিছু একসাথে, **div** বা **curl**-এর রঙের মানচিত্র, এবং **x**, **y**, সংখ্যা এবং **+** **-** ***** **/** **^** ও **sin**, **cos**, **tan**, **exp**, **sqrt**, **abs**, **log**, **pi** দিয়ে তোমার নিজের ফিল্ড লেখার একটি বক্স।

প্রাসের গতি ল্যাব

এইচএসসি ১ম পত্র • অধ্যায় ৩

- ছোড়ার বেগ u , কোণ θ , ছোড়ার উচ্চতা h এবং অভিকর্ষ (পৃথিবী, চাঁদ, মঙ্গল, বৃহস্পতি) নির্ধারণ করো। ছোড়ো-তে চাপো।
- থামাও, ধাপ $>$ (একটি ছোট সময়-ধাপ) এবং ধীর গতি তোমাকে পথের সর্বোচ্চ বিন্দুতে থামাতে সাহায্য করে।
- দেখানোর চিপ: বেগ ভেক্টর (v , v_x , v_y), পূর্বনির্ধারিত পথ, সমান-সময়ের বিন্দু, পুরোনো পথ রাখো।
- শ্রেণির প্রদর্শন: কোণের পরিবার $15^\circ \rightarrow 95^\circ$ এবং পরিপূরক জোড়া θ ও $90^\circ - \theta$ ।
- অনুশীলন: লাল লক্ষ্যে আঘাত করো। শিক্ষার্থীরা প্রথমে তাদের পূর্বনির্ধারিত সীমা লিখে রাখে এবং তাদের ভুলের পরিমাণ দেখে।

নিউটনীয় বলবিদ্যা ল্যাব এইচএসসি ১ম পত্র · অধ্যায় ৪

সংঘর্ষ ও ভরবেগ

- **সংঘর্ষ:** m_1 , m_2 , u_1 , u_2 এবং সংস্থাপন গুণাংক e নির্ধারণ করো (বা স্থিতিস্থাপক, আংশিক স্থিতিস্থাপক, একসাথে লেগে যাওয়া-তে চাপো)। একটি মসৃণ ট্রাকে দুটি কার্ট সংঘর্ষ করে।
- বার চার্টগুলো সংঘর্ষের আগে ও পরে ভরবেগ (প্রতিটি কার্ট ও মোট) এবং গতিশক্তির তুলনা করে। মোট ভরবেগের বার সব সময় মিলে যায়; গতিশক্তি মেলে শুধু $e = 1$ হলে।
- **বিস্ফোরণ ও প্রতিক্ষেপ:** একটি স্প্রিং স্থির অবস্থা থেকে দুটি কার্টকে দূরে ছিটকে দেয়। তাদের ভরবেগ পরিমাণে সমান কিন্তু বিপরীত দিকে, বন্দুক ও গুলির মতো।

বল ও ঘর্ষণ

- **$F = ma$:** ধাক্কা F , ভর ও μ নির্ধারণ করো। ফ্রি-বডি তীরগুলো F , ঘর্ষণ, N ও mg দেখায়; $v-t$ গ্রাফের ঢাল হলো ত্বরণ।
- **স্থিতি ও গতিয় ঘর্ষণ:** টান নিজে থেকেই বাড়ে। স্থিতি ঘর্ষণ $\mu_s N$ পর্যন্ত এর সমান থাকে, তারপর ব্লকটি মুক্ত হয়ে যায় এবং ঘর্ষণ কমে $\mu_k N$ হয়ে যায়। গ্রাফে টানের বিপরীতে ঘর্ষণ আঁকা হয়।

আনত তল

- θ , ভর, μ_s ও μ_k নির্ধারণ করো। ওজনকে $mg \sin \theta$ ও $mg \cos \theta$ -এ ভাগ করা হয়। ব্লকটি পিছলে যায় কেবল $\tan \theta > \mu_s$ হলে; θ -এর বিপরীতে a -এর গ্রাফে বিরামকোণ চিহ্নিত করা থাকে।

কপিকল

- **দুটি ঝুলন্ত ভর** (অ্যাটউড যন্ত্র) এবং ঘর্ষণসহ একটি ঝুলন্ত ভর নিয়ে **টেনিলের ওপর ব্লক**। ডানপাশের প্যানেলে প্রতিটি বস্তুর গতির সমীকরণ এবং a ও T -এর ফলাফল লেখা থাকে।

বৃত্তীয় গতি

- **কেন্দ্রমুখী বল:** ওপর থেকে দেখা সুতায় বাঁধা একটি বল। r , v ও m পরিবর্তন করো; **সুতা কাটো**-তে চাপলে বলটি স্পর্শক রেখা ধরে চলে যায়, বাইরের দিকে নয়।
- **কেন্দ্রবিমুখী বল নেই:** একটি ঘুরন্ত গাড়ির ড্যাশবোর্ডে মসৃণ বল, রাস্তা থেকে (এটি সরলরেখায় চলে) এবং চালকের আসন থেকে (এটি বাইরের দিকে ছিটকে যাচ্ছে বলে মনে হয়) পাশাপাশি দেখানো হয়েছে।

রাস্তার ব্যাকিং

- তিনটি স্ক্রিন: **ব্যাকড, ঘর্ষণহীন; ঘর্ষণসহ ব্যাকড; সমতল রাস্তা**। ১০০০ কেজি গাড়ির জন্য ব্যাসার্ধ, ব্যাকিং কোণ, বেগ ও μ নির্ধারণ করো।
- ট্রান্স-সেকশনে N , mg ও ঘর্ষণ দেখানো হয়; বেগ-গেজে নিরাপদ সীমা ($v_{\min}$ থেকে $v_{\max}$) এবং আদর্শ বেগ দেখানো হয়। সীমার বাইরে গাড়িটি ব্যাকের ওপরে পিছলে যায় বা নিচে নেমে আসে।

কৌণিক ভরবেগ

- ঘূর্ণন ক্ষেটার: হাত ভেতরে / হাত বাইরে-তে চাপো বা স্লাইডার ব্যবহার করো। I কমে, ω বাড়ে, এবং $L = I\omega$ অপরিবর্তিত থাকে; হাত কাজ করার কারণে গতিশক্তি বাড়ে।
- ছোট হয়ে আসা সুতায় বল: ছিদ্র দিয়ে সুতাটি টানো; mvr অপরিবর্তিত থাকে, ফলে বলের বেগ বাড়ে।

মহাকর্ষ ল্যাব এইচএসসি ১ম পত্র • অধ্যায় ৬

নিউটনের সূত্র থেকে কেপলারের সূত্র পর্যন্ত পাঁচটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোড এবং English / বাংলা সুইচসহ।

নিউটনের সূত্র

- দুটি ভর:** একটি জোড়া বেছে নাও — দুজন মানুষ, একটি আপেল ও পৃথিবী, পৃথিবী ও চাঁদ, পৃথিবী ও সূর্য — এবং দূরত্ব পরিবর্তন করো। প্রতিটি বস্তুর ওপর বল সমান ও বিপরীত হিসেবে আঁকা হয়, এবং বর্গমাত্রিক ব্যস্তানুপাতিক গ্রাফ দেখায় কেন r দ্বিগুণ করলে F চতুর্থাংশে নেমে আসে।
- গ্রহের চারপাশের ক্ষেত্র:** $2R, 3R...$ দূরত্বে ক্ষেত্র রেখা ও বলয়; পৃথিবী, চাঁদ, মঙ্গল বা বৃহস্পতি থেকে যেকোনো দূরত্বে ক্ষেত্র প্রাবল্য, এবং প্রতিটির পৃষ্ঠে g -এর মান একটি বার চাও।

g -এর পরিবর্তন

- উচ্চতার সাথে:** একই গ্রাফে যথার্থ $gR^2/(R + h)^2$ এবং আসন্ন মান $g(1 - 2h/R)$, যাতে শিক্ষার্থীরা দেখতে পারে কোথায় আসন্ন মান কাজ করা বন্ধ করে দেয়। রিডআউটে বলা থাকে সেই উচ্চতায় কী আছে (উড়োজাহাজ, আইএসএস, জিপিএস, জিওস্টেশনারি)।
- গভীরতার সাথে:** পৃথিবীর ক্রস-সেকশনে কেবল ভেতরের গোলকটি ছায়াছন্ন — বাইরের খোলসের প্রভাব বাতিল হয়ে যায় — এবং চিরায়ত গ্রাফ, ভেতরে $g \propto r$, বাইরে $g \propto 1/r^2$ ।
- অক্ষাংশের সাথে:** ঘুরন্ত পৃথিবী, $R \cos \lambda$ ব্যাসার্ধের বৃত্ত, কেন্দ্রমুখী পদ $\omega^2 R \cos^2 \lambda$, এবং নিরক্ষরেখায় ৯.৭৮ থেকে মেরুতে ৯.৮৩ পর্যন্ত পরিমাপ করা g ।

বিভব ও মুক্তিবেগ

- বিভব কূপ:** $V = -GM/r$ একটি কূপ হিসেবেই আঁকা, একটি নির্বাচিত ভরের শক্তি এবং R থেকে r বা সম্পূর্ণ বাইরে যাওয়ার কাজসহ।
- মুক্তিবেগ:** পৃথিবী, চাঁদ, মঙ্গল বা বৃহস্পতি থেকে যেকোনো বেগে একটি বস্তুকে সোজা ওপরে ছুড়ে দাও। এটি ওপরে ওঠে, থামে ও ফিরে আসে (সর্বোচ্চ বিন্দু চিহ্নিত থাকে) অথবা চিরতরে মুক্ত হয়ে যায়। পাশের KE, PE ও মোট শক্তির বার শর্ত $E \geq 0$ দৃশ্যমান করে তোলে।

উপগ্রহ

- বৃত্তাকার কক্ষপথ:** উচ্চতা নির্ধারণ করো এবং $v = \sqrt{GM/r}$, $T = 2\pi\sqrt{r^3/GM}$, গতিশক্তি ও মোট শক্তি দেখো। উচ্চতার বিপরীতে v ও T -এর গ্রাফ, ৩৫ ৭৮৬ কিমিতে চিহ্নিত ২৪ ঘণ্টার রেখাসহ।
- জিওস্টেশনারি:** একটি ঘড়ি চলে, ঢাকা চিহ্নিত পৃথিবী ঘোরে, জিওস্টেশনারি উপগ্রহ তার ওপরেই থেকে যায়, এবং একটি ৪০০ কিমি উপগ্রহ দিনে ১৬ বার দুজনকেই পেছনে ফেলে যায়।
- ওজনহীনতা:** একটি লিফটে দাঁড়িপাল্লার ওপর একজন মানুষ। ত্বরণের স্লাইডার $+g$ থেকে $-g$ -এ সরাও: দাঁড়িপাল্লার রিডিং $N = m(g + a)$ ওজনের দ্বিগুণ থেকে শূন্যে চলে যায়, এবং মুক্তপতনের অবস্থাটিই একটি উপগ্রহের প্রকৃত অবস্থা।

কেপলারের সূত্র

- ১ম সূত্র:** একটি ফোকাসে সূর্যসহ একটি উপবৃত্ত; উৎকেন্দ্রিকতা ০ থেকে ০.৪৫ পর্যন্ত পরিবর্তন করো। গ্রহটি সঠিক পরিবর্তনশীল বেগে চলে (প্রতি ফ্রেমে কেপলারের সমীকরণ সমাধান করা হয়)।

- **২য় সূত্র:** সমান সময়ে অতিক্রান্ত দুটি অংশ, একটি অনুসূর ও একটি অপসূরের কাছে, তাদের ক্ষেত্রফল হিসাব করে দেখানো হয় তারা সমান।
- **৩য় সূত্র:** T-এর বিপরীতে a-এর log-log প্লটে আট গ্রহ, ঢাল $3/2$, প্রতিটির জন্য T^2/a^3 , এবং একটি নতুন গ্রহ স্থাপনের জন্য একটি স্লাইডার।

পদার্থ ও তরল ল্যাব এইচএসসি ১ম পত্র • অধ্যায় ৭

পদার্থের গাঠনিক ধর্ম: স্থিতিস্থাপকতার ওপর তিনটি বিষয় এবং তরলের ওপর তিনটি। অন্য ২য় পত্রের ল্যাবগুলোর মতো এতেও আছে শেখো ও অনুশীলন মোড, এবং ওপরের ডানদিকে একটি **English / বাংলা** সুইচ যা পেজের সবকিছু অনুবাদ করে দেয়।

পীড়ন ও বিকৃতি

- **তারে ভার প্রয়োগ:** ইস্পাত, তামা, অ্যালুমিনিয়াম, পিতল বা রাবার বেছে নাও, তারপর ভার, দৈর্ঘ্য ও ব্যাস। প্যানেলে $\sigma = F/A$, $\epsilon = \Delta L/L$, বৃদ্ধি ও Y দেওয়া থাকে, এবং শব্দে বলা থাকে তারটি এখনও হুকের সূত্রের অঞ্চলে আছে, নমনীয় হয়ে গেছে, নাকি ছিঁড়ে গেছে। মঞ্চ বৃদ্ধিটি অতিরঞ্জিত করে দেখানো হয় যাতে চোখে পড়ে।
- **পীড়ন-বিকৃতি লেখচিত্র:** পরীক্ষায় শিক্ষার্থীদের যে গ্রাফ আঁকতে হয়। স্লাইডার টানো এবং একটি বিন্দু P (আনুপাতিক সীমা), E (স্থিতিস্থাপক সীমা), Y (নমনীয় বিন্দু), U (ভাঙন পীড়ন) ও B (বিচ্ছেদ) পার হয়ে চলে; গ্রাফের পাশের নমুনাটি বেড়ে ওঠে, সরু হয় ও ভেঙে যায়। E পার হওয়ার পর একটি ছেঁড়া লাল রেখা দেখায় ভার তুলে নেওয়ার পরও থেকে যাওয়া স্থায়ী বিকৃতি — স্থিতিস্থাপক ও প্লাস্টিক বিকৃতির মধ্যকার পার্থক্য।
- **ইয়ং গুণাংকের তুলনা:** একই দৈর্ঘ্য, একই পুরুত্ব, একই ভারের চারটি তার। বৃদ্ধি Y -এর সাথে ব্যস্তানুপাতিক, এবং ছবিটি কোনো সংখ্যা ছাড়াই বিষয়টি স্পষ্ট করে দেয়।
- **স্থিতিস্থাপক শক্তি:** F - ΔL গ্রাফের নিচের ত্রিভুজ, $W = \frac{1}{2}F\Delta L$, শক্তির ঘনত্ব $\frac{1}{2}\sigma\epsilon = \sigma^2/2Y$ সহ।

আয়তন, ছেদন ও পয়সন

- **আয়তন গুণাংক:** সব দিক থেকে চাপ দেওয়া একটি ঘনক; পানি, মারকারি, কাচ, তামা ও ইস্পাতের জন্য $\Delta V/V = \Delta P/B$, এবং সংকোচনযোগ্যতা $1/B$ ।
- **দৃঢ়তা (ছেদন):** ভিত্তি আটকানো একটি ব্লক $\theta = (F/A)/\eta$ কোণে হেলে পড়ে। এত সহজে কেন হেলে পড়ে দেখতে রাবারে পরিবর্তন করো।
- **পয়সন অনুপাত:** রড একসাথে লম্বা ও সরু হয়ে যায়; σ থাকে 0 (কর্ক) ও 0.5 (রাবার)-এর মধ্যে, এবং সম্পর্ক $Y = 3B(1 - 2\sigma) = 2\eta(1 + \sigma)$ ।

পৃষ্ঠটান

- **ফ্রেমে ফিল্ম:** একটি চলমান তারসহ চিরায়ত U -ফ্রেম। $F = 2Tl$ কারণ একটি ফিল্মের দুটি পৃষ্ঠ থাকে; তারটি বাইরে টেনে আনতে করা কাজ হলো $T \times$ নতুন ক্ষেত্রফল, তাই T -কে একক ক্ষেত্রফলের পৃষ্ঠশক্তিও বলা হয়।
- **অতিরিক্ত চাপ:** একটি ফোঁটা বা বায়ু বুদবুদের জন্য $2T/r$, একটি সাবানের বুদবুদের জন্য $4T/r$, r -এর বিপরীতে p -এর হাইপারবোলাসহ।
- **স্পর্শ কোণ:** পরিষ্কার কাচে পানি, মোমের ওপর পানি, কাচে মারকারি, বা তুমি নির্ধারিত যেকোনো কোণ; ফোঁটার আকৃতি, মেনিস্কাস এবং তরলটি ভেজায় কি না তা অনুসরণ করে।

কৈশিকতা

- পানি, অ্যালকোহল, অলিভ অয়েল বা মারকারিতে $r/2$, r ও $2r$ ব্যাসার্ধের তিনটি নল। তরলটি $h = 2T \cos \theta / (r\rho g)$ পর্যন্ত ওঠে (মারকারির ক্ষেত্রে নেমে যায়), এবং বলের সমতা — ওপরে $2\pi r T \cos \theta$, নিচে $\pi r^2 h \rho g$ — এর পাশে দেখানো থাকে।

সাদ্রতা

- **স্তর ও বেগ গ্রেডিয়েন্ট:** একটি তরলের ওপর টানা একটি পাত; স্তরগুলো, বেগ গ্রেডিয়েন্ট এবং $F = \eta A dv/dx$, মধু থেকে বাতাস পর্যন্ত বিভিন্ন তরলের জন্য।
- **পতনশীল গোলক:** একটি বলের ওপর ওজন, উপরে ঠেলার বল এবং স্টোকসের বাধা $6\pi\eta r v$, এবং প্রান্তিক বেগ $v_t = 2r^2(\rho - \sigma)g/9\eta$ পর্যন্ত ওঠা $v-t$ লেখচিত্র। τ কেবল মিলিসেকেন্ড হওয়ায় অ্যানিমেশনটি ধীর গতিতে চলে; স্টোকসের সূত্র কখন আর প্রযোজ্য হয় না তা রেনল্ডস সংখ্যা সতর্ক করে।
- **নলের মধ্য দিয়ে প্রবাহ:** পয়সুইয়ের $Q = \pi Pr^4/8\eta L$, প্যারাবোলিক প্রোফাইল, এবং বার চার্ট যা দেখায় r অর্ধেক করলে প্রবাহ ষোলো ভাগের এক ভাগে নেমে আসে।

গতিশীল তরল

- **অবিচ্ছিন্নতা সমীকরণ:** $A_1 v_1 = A_2 v_2$, পাইপের সরু অংশে গতি বেড়ে যাওয়া বিন্দুসহ।
- **বার্নলির উপপাদ্য:** চওড়া ও সরু অংশে ম্যানোমিটার নল; সরু অংশে তরল কম ওঠে। $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$ — ভেন্টুরি মিটার।
- **টরিসেলির উপপাদ্য:** গভীরতা h -এ একটি ছিদ্র থেকে $v = \sqrt{2gh}$ বেগের জেট, এর প্যারাবোলা এবং সীমা $R = 2\sqrt{h(H - h)}$; সবচেয়ে দূরের জেট খুঁজতে ছিদ্রটি সরাও।

পর্যাবৃত্ত গতি ল্যাব এইচএসসি ১ম পত্র • অধ্যায় ৮

স্পন্দনের ওপর পাঁচটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোড এবং English / বাংলা সুইচসহ।

সরল দোলগতি

- **প্রসঙ্গ বৃত্ত:** প্রচলিত চিত্র — সমমানের বৃত্তীয় গতিতে একটি কণা এবং একটি রেখায় তার ছায়া। বিস্তার, পর্যায়কাল এবং প্রারম্ভিক দশা ϕ নির্ধারণ করে; দশা কোণ $\omega t + \phi$ বৃত্তে আঁকা থাকে, বেগ ছায়ায়, এবং t -এর বিপরীতে x তার পাশে আঁকা হয়।
- **t -এর বিপরীতে x , v ও a :** একটি চলমান সময়-চিহ্নসহ তিনটি লেখচিত্র স্তূপ করা থাকে, যাতে দশার সম্পর্ক (v এক-চতুর্থাংশ পর্যায়কাল আগে, a অর্ধ পর্যায়কাল আগে) স্পষ্ট হয়।
- **x -এর বিপরীতে v ও a :** $v^2 = \omega^2(A^2 - x^2)$ একটি উপবৃত্ত হিসেবে এবং $a = -\omega^2 x$ একটি সরলরেখা হিসেবে — লেখচিত্রের আকারে সরল দোলগতির সংজ্ঞা।

সরল দোলগতিতে শক্তি

- **শক্তির বার:** একটি স্প্রিং-এ একটি ভর দোলে, PE, KE ও মোট শক্তির বার উঁচু-নিচু হতে থাকে; নিচের শক্তি-সময় স্ট্রিপ দেখায় প্রতিটি প্রতি চক্রে দুবার দোলে।
- **x -এর বিপরীতে শক্তি:** PE প্যারাবোলা $\frac{1}{2}kx^2$, উল্টো KE প্যারাবোলা এবং সমতল মোট শক্তি, $A/\sqrt{2}$ -এ ছেদবিন্দুসহ।

স্প্রিং ও ভর

- **স্প্রিংয়ে ভর:** স্বাভাবিক দৈর্ঘ্য, স্থিতি বৃদ্ধি mg/k , kx ও mg আঁকাসহ নতুন সাম্যাবস্থার চারপাশে দোলন, এবং $T = 2\pi\sqrt{m/k}$ — এই বিষয়সহ যে g কোথাও আসে না।
- **ধারাবাহিক ও সমান্তরাল স্প্রিং:** দুটি বিন্যাস আঁকা, $1/k = 1/k_1 + 1/k_2$ বা $k = k_1 + k_2$ এবং ফলাফল পর্যায়কালসহ।
- **m -এর বিপরীতে T^2 :** ঢাল $4\pi^2/k$ -এর সরলরেখা, অন্য k মানগুলো ফিকে করে দেখানো থাকে।

সরল দোলক

- **দোলন:** mg , $mg \sin \theta$ ও টানসহ বব; L , গ্রহ (g) এবং বিস্তার বেছে নাও। এর পাশে t -এর বিপরীতে θ , বিস্তার ক্ষুদ্র-কোণ সূত্রের জন্য খুব বেশি হলে সতর্কবার্তাসহ।
- **L -এর বিপরীতে T^2 :** প্রতিটি গ্রহের জন্য একটি রেখা; ঢাল $4\pi^2/g$ থেকে g পাওয়া যায়।
- **সেকেন্ড দোলক ও g :** পৃথিবী, চাঁদ ও বৃহস্পতিতে $T = 2$ সেকেন্ডের জন্য প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্য, এবং লিফটে একটি দোলক যার $g_{\text{eff}} = g + a$ — মুক্তপতন পর্যন্ত নেমে গেলে দোলন থেমে যায়।

ক্ষয়িষ্ণু ও বাহ্যিক বলপ্রযুক্ত দোলন

- **ক্ষয়িষ্ণু দোলন:** আবরণ $A e^{(-bt/2m)}$ -এর ভেতরে t -এর বিপরীতে x ; হালকা, প্রান্তিক ও তীব্র ক্ষয়ের মধ্য দিয়ে b বাড়ানো, প্রান্তিক মান $2v/(km)$ দেওয়া থাকে।
- **বলপ্রযুক্ত দোলন ও অনুরণন:** নির্বাচিত ক্ষয়ের জন্য বিস্তার-কম্পাঙ্ক লেখচিত্র (অন্যগুলো ফিকে), দশা-বিলম্বসহ চালিত ভর, এবং স্বাভাবিক কম্পাঙ্কে শীর্ষ।

তরঙ্গ ল্যাব এইচএসসি ১ম পত্র • অধ্যায় ৯

তরঙ্গ ও শব্দের পাঁচটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোডে, এবং English / বাংলা সুইচসহ।

অগ্রগামী তরঙ্গ

- **তির্থক তরঙ্গ (Transverse wave):** তরঙ্গ ডানদিকে চলে যায়, অথচ একটি লাল কণা নিজের জায়গায় উপর-নিচ দুলতে থাকে — শিক্ষার্থীরা এই পার্থক্যটাই সবচেয়ে বেশি ভুল করে। λ , f এবং A স্লাইডার, $v = f\lambda$ মঞ্চ দেখানো হয় এবং কণাটির নিজস্ব সরণ সময়ের সাপেক্ষে আঁকা হয়।
- **দাঁড় তরঙ্গ নয়, অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ (Longitudinal wave):** বাতাসের কণাগুলোর সারি এগিয়ে-পিছিয়ে দুলছে, সংকোচন ও প্রসারণ চলার সাথে সাথে লেবেল করা, এবং নিচে সরণ-অবস্থান লেখচিত্র — যা বোঝায় পাঠ্যবইয়ে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গকে কেন সাইন কার্ভ দিয়ে আঁকা হয়।
- **তরঙ্গ সমীকরণ ও দশা (phase):** $y = A \sin(\omega t - kx)$, সাথে দুটি সরানো যায় এমন বিন্দু; তাদের পথ-পার্থক্য, দশা-পার্থক্য $2\pi\Delta x/\lambda$, এবং দুজনের গতি সময়ের সাপেক্ষে — যাতে "সমদশা" ও "বিপরীত দশা" চোখে দেখা যায়।

উপরিপাতন ও স্থির তরঙ্গ

- **উপরিপাতন (Superposition):** দুটি তরঙ্গ এবং তাদের যোগফল। দশা-পার্থক্য ০ থেকে ৩৬০° এবং দ্বিতীয় তরঙ্গের বিস্তার পরিবর্তন করে; লব্ধি বিস্তার $\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\phi}$ দেখানো হয়।
- **দুই প্রান্তে বাঁধা তার:** মৌলিক কম্পন থেকে ষষ্ঠ উপগুণিতক পর্যন্ত, নিষ্পন্দ ও সম্পীড়ন বিন্দু চিহ্নিত, আবরক (envelope) আঁকা, এবং নির্বাচিত দৈর্ঘ্য ও তরঙ্গবেগের জন্য $f = nv/2L$ হিসাব করা হয়।
- **নল (Pipes):** এক প্রান্তে বদ্ধ বা দুই প্রান্তে খোলা, যেকোনো অনুমোদিত উপগুণিতক, বাতাসের কণার সাথে সরণ-আবরক, এবং কম্পাঙ্কসহ উপগুণিতকের তালিকা — দেখায় যে বদ্ধ নলে শুধু বিজোড় উপগুণিতক পাওয়া যায়।

বীট (Beats)

- কাছাকাছি কম্পাঙ্কের দুটি তরঙ্গ, তাদের যোগফল বীট-আবরকের ভেতরে, এবং বীট কম্পাঙ্ক $|f_1 - f_2|$; $f_1 = f_2$ করলে বীট মিলিয়ে যায়।

ডপলার প্রভাব

- **চলমান উৎস ও পর্যবেক্ষক:** উৎস থেকে তরঙ্গমুখ (wavefront) ছড়িয়ে পড়ে; উৎস বা পর্যবেক্ষককে বেগ দাও (কাছে আসা ধনাত্মক) এবং দেখো তরঙ্গমুখ কীভাবে ঘনিয়ে বা ছড়িয়ে যায়, একই সাথে শোনা কম্পাঙ্ক $f' = f(v + v_o)/(v - v_s)$ থেকে হিসাব করা হয়।
- **চার রকম ক্ষেত্র:** উৎস বা পর্যবেক্ষক, নিকটবর্তী বা দূরবর্তী — সবগুলোর জন্য একই সংখ্যায় চারটি সূত্র মূল্যায়ন করা হয়, যাতে চলমান উৎস আর চলমান পর্যবেক্ষকের মধ্যে অসামঞ্জস্যটা স্পষ্ট হয়।

শব্দের বেগ ও তীব্রতা

- **শব্দের বেগ:** $v = \sqrt{\gamma RT/M}$, তাপমাত্রার সাপেক্ষে বাতাস, হিলিয়াম, CO_2 ও হাইড্রোজেনের জন্য; নিউটনের সমোষ্ণ মান ল্যাম্বাসের সংশোধনীর পাশে।
- **তীব্রতা ও ডেসিবেল:** নির্বাচিত ক্ষমতার একটি উৎস, $1/r^2$ অনুযায়ী ছড়িয়ে পড়া, $I = P/4\pi r^2$, $L = 10 \log_{10}(I/I_0)$, এবং শ্রবণসীমা থেকে জেট ইঞ্জিন পর্যন্ত একটি ডেসিবেল স্কেল।

আদর্শ গ্যাস ল্যাব এইচএসসি ১ম পত্র · অধ্যায় ১০

গ্যাসের সূত্র, আদর্শ গ্যাস সমীকরণ, গতিতত্ত্ব ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা, শেখো ও অনুশীলন মোডে, এবং English / বাংলা সুইচসহ। প্রতিটি দৃশ্য একটি বাস্তব ভেতর অণুগুলো চলাচল করে, যাদের বেগ $\sqrt{T}$ অনুসরণ করে।

গ্যাসের সূত্র

- বয়েলের সূত্র:** স্থির তাপমাত্রায় পিস্টন ভেতরে চাপো; চাপের পাঠ এবং P - V হাইপারবোলা তার সাথে বদলায়, আর অণুগুলো দেয়ালে আঘাত করে বেশিবার ধাক্কা মারতে দেখা যায়।
- চার্লসের সূত্র:** স্থির চাপে তাপ দাও (পিস্টন মুক্ত); বায়ুটি বড় হতে থাকে এবং V - t রেখাটি -273°C পর্যন্ত বাড়িয়ে দেখানো হয়, যা থেকে পরম শূন্য তাপমাত্রার ধারণা আসে।
- চাপের সূত্র:** একটি দৃঢ় (rigid) বায়ু, সাথে একটি গেজ; P - t এখানেও পরম শূন্য দিয়ে যাওয়া একটি সরলরেখা।

আদর্শ গ্যাস সমীকরণ

- $PV = nRT$:** n , T এবং V -এর স্লাইডার থেকে P পাওয়া যায় kPa ও অ্যাটমোস্ফিয়ারে, অণুর সংখ্যা, এবং PV বনাম nRT ।
- দুই অবস্থা:** $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$, দুটি অবস্থাই আঁকা থাকে; প্রথম অবস্থা এবং দ্বিতীয় অবস্থার দুটি মান বসিয়ে দিলে ল্যাব V_2 বের করে দেয়।
- ঘনত্ব ও মোল:** $\rho = PM/RT$, হাইড্রোজেন, হিলিয়াম, বাতাস, অক্সিজেন ও CO_2 -এর জন্য তুলনা করা হয় — বেলুন কেন উড়ে, তার ব্যাখ্যা।

গতিতত্ত্ব (Kinetic theory)

- চাপ কোথা থেকে আসে:** মডেলের স্বীকার্যসমূহ, দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে ভরবেগ পরিবর্তন করা একটি চিহ্নিত অণু, এবং $P = \frac{1}{3}\rho\bar{c}^2$ মূল্যায়ন করে দেখানো হয় যে এটি ১ atm দেয়।
- আণবিক বেগ:** নির্বাচিত গ্যাস ও তাপমাত্রার জন্য ম্যাক্সওয়েলের বিন্যাস, সবচেয়ে সম্ভাব্য, গড় এবং rms বেগ চিহ্নিত, অন্য তাপমাত্রাগুলো ফিকে রঙে দেখানো।
- তাপমাত্রা ও শক্তি:** $KE = 3kT/2$, তাপমাত্রার সাপেক্ষে, এবং একই তাপমাত্রায় পাঁচটি গ্যাসের rms বেগ — বোঝানোর জন্য যে শক্তি একই থাকলেও বেগ একরকম নয়; স্বাধীনতার মাত্রা (degrees of freedom) ও সমবিভাজন নীতি নোটে রয়েছে।

আর্দ্রতা

- আপেক্ষিক আর্দ্রতা ও শিশিরাক্ষ:** বাতাসের তাপমাত্রা এবং শিশিরাক্ষ নির্ধারণ করো; একটি "ধারণক্ষমতা" বিকার RH দেখায়, থার্মোমিটার দেখায় শিশির পড়ার জন্য বাতাসকে কতটা ঠান্ডা হতে হবে, এবং পরম আর্দ্রতা g/m^3 -এ দেওয়া থাকে।
- সম্পৃক্তি রেখা (Saturation curve):** তীব্রভাবে ওঠা e_s - T রেখা, বাতাসের অবস্থা এবং শিশিরাক্ষ পর্যন্ত অনুভূমিক পথ।

তাপগতিবিদ্যা ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র • অধ্যায় ১

তাপ, কাজ ও এনট্রপির পাঁচটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোডে। চাপ kPa -তে এবং আয়তন লিটারে দেওয়া, তাই $P \times V$ সরাসরি জুলে পাওয়া যায়, এবং W মানে সবসময় গ্যাস দ্বারা কৃত কাজ — পাঠ্যবইয়ের চিহ্ন-প্রথা মেনে।

কাজ ও P - V লেখচিত্র

- পিষ্টন ও কাজ:** একটি সিলিন্ডারে ১ মোল গ্যাস, সাথে লাফানো অণু। আয়তন টেনে ধরো এবং কাজ $\int P \, dV$ জমা হতে থাকে, একই সাথে P - V রেখা আঁকা হয় ও তার আওতাভুক্ত ক্ষেত্র ছায়া দেওয়া হয়; T স্থির রাখো বা P স্থির রাখো।
- রেখার নিচের ক্ষেত্র:** একই দুটি অবস্থাকে সমচাপীয়-তারপর-সমআয়তনিক, সমআয়তনিক-তারপর-সমচাপীয়, সরলরেখা এবং সমোষ্ণ পথে যুক্ত করা হয়, প্রতিটির নিজস্ব কাজসহ — প্রমাণ করে যে W পথ-নির্ভর কিন্তু ΔU তা নয়।
- চক্রিক প্রক্রিয়া:** ঘড়ির কাঁটার দিকে বা বিপরীত দিকে আঁকা একটি আয়তক্ষেত্র বা ত্রিভুজ, যার আবদ্ধ ক্ষেত্রই নিট কাজ, এবং তার চিহ্ন বলে দেয় এটি ইঞ্জিন না রেফ্রিজারেটর।

প্রক্রিয়াসমূহ

- একই প্রারম্ভিক অবস্থা থেকে চারটি প্রক্রিয়া, একপরমাণুক বা দ্বিপরমাণুক: V_2 পর্যন্ত সমচাপীয়, সমোষ্ণ ও রূপান্তরহীন (adiabatic) রেখা এবং সমআয়তনিক রেখা, প্রতিটির জন্য W , ΔU ও Q সারণিতে।
- রূপান্তরহীন সংকোচন (Adiabatic compression):** একটি অন্তরিত সিলিন্ডার; চাপ দাও এবং $TV^{(\gamma-1)} = \text{ধ্রুবক}$ থেকে T পড়ো, তুলনার জন্য সমোষ্ণ রেখা ড্যাশ দিয়ে দেখানো।
- C_p এবং C_v :** একই তাপ একটি দৃঢ় বাক্সে এবং একটি মুক্ত পিস্টনে দেওয়া হয়; বাক্সটি বেশি গরম হয়, কারণ পিস্টনের গ্যাস কাজের জন্য $nR\Delta T$ খরচ করে। $C_v = fR/2$, $C_p = C_v + R$, γ ।

প্রথম সূত্র

- শক্তির ভারসাম্য:** Q এবং W -এর স্লাইডার, তার থেকে ΔU বার হিসাব করা এবং চিহ্ন অনুযায়ী পিস্টন ও তাপের তীর আঁকা।
- অন্তঃস্থ শক্তি:** $U = (f/2)nRT$, তাপমাত্রার সাপেক্ষে, সাথে গড় আণবিক গতিশক্তি ও rms বেগ।
- সমোষ্ণ ও রূপান্তরহীন:** একই প্রসারণ একটি তাপ-স্নানে ($Q = W$) এবং অন্তরিত অবস্থায় ($\Delta U = -W$, গ্যাস ঠান্ডা হয়)।

তাপ ইঞ্জিন

- কার্নো চক্র:** P - V লেখচিত্রে এবং সিলিন্ডারে অ্যানিমেটেড চারটি স্ট্রোক, নির্বাচিত T_1 ও T_2 -এর জন্য Q_1 , Q_2 , W এবং η সহ।
- দক্ষতা:** গরম আধার থেকে ইঞ্জিন হয়ে ঠান্ডা আধার পর্যন্ত শক্তি-প্রবাহ চিত্র; $\eta = 1 - T_2/T_1$ এবং কেন ১০০% অসম্ভব।
- রেফ্রিজারেটর ও হিট পাম্প:** একই চিত্র বিপরীতভাবে, $\text{COP} = T_2/(T_1 - T_2)$ এবং ঘরে ফেলে দেওয়া তাপ সহ।

দ্বিতীয় সূত্র ও এনট্রপি

- তাপ প্রবাহ ও এনট্রপি:** তাপ প্রবাহিত হতে দাও-তে চাপো এবং দেখো দুটি বস্তু তাপমাত্রায় সমান হয়ে যাচ্ছে, একই সাথে এনট্রপি বার দেখায় গরম বস্তুর ক্ষতি, ঠান্ডা বস্তুর বড় লাভ এবং মোটের ধনাত্মক মান।
- দুটি বিবৃতি:** কেলভিন-প্ল্যাংক এবং ক্লসিয়াস, যেসব যন্ত্রকে তারা নিষেধ করে সেগুলো আঁকা।

- **মুক্ত প্রসারণ:** বিভাজক সরিয়ে দাও এবং অণুগুলো ছড়িয়ে পড়ে; Q , W , ΔU এবং ΔT সবই শূন্য, তবু $\Delta S = nR \ln(V_2/V_1)$, এবং গ্যাসটি নিজে থেকে ফিরে আসার সম্ভাবনা দেখানো হয়।

অনুশীলনী সমস্যা: $P\Delta V$ এবং ক্ষেত্র থেকে কাজ, প্রতি চক্রে নিট কাজ, সমোষ্ণ কাজ ও তাপ, রূপান্তরহীন তাপমাত্রা পরিবর্তন, γ থেকে C_v , স্থির চাপে ΔT , $Q = \Delta U + W$, অন্তঃস্থ শক্তি, কার্নো দক্ষতা ও বর্জিত তাপ, COP , এবং এনট্রপি পরিবর্তন।

স্থির তড়িৎ ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র · অধ্যায় ২

স্থির তড়িৎের পাঁচটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোডে, এবং English / বাংলা সুইচসহ।

কুলম্বের সূত্র

- **দুটি আধান:** q_1 , q_2 এবং দূরত্ব নির্ধারণ করো; দুটি বল-তীর সবসময় সমান ও বিপরীত, এবং চিহ্ন পরিবর্তনের সাথে আকর্ষণ ও বিকর্ষণের মধ্যে বদলায়। $F = kq_1q_2/r^2$ হিসাব করা হয় $k = 9 \times 10^9$ দিয়ে।
- **মাধ্যমের ভেতরে:** একই জোড়া বাতাস, কাগজ, কাচ বা পানিতে ($\kappa = 80$) রেখে দেখানো হয় ডাইইলেকট্রিক ধ্রুবক দ্বারা বল কীভাবে কমে যায়।
- **একরেখায় তিনটি আধান:** মাঝের আধানের উপর প্রতিটি প্রতিবেশী থেকে বল এবং তাদের ভেক্টর যোগফল — উপরিপাতন।

তড়িৎ ক্ষেত্র

- **ক্ষেত্র রেখা:** একটি $+$ বা $-$ আধান, একটি ডাইপোল, দুটি সমধর্মী আধান (নিরপেক্ষ বিন্দুসহ) এবং দুটি সমান্তরাল পাতের জন্য লাইভ আঁকা হয়।
- **বিন্দু আধানের ক্ষেত্র:** $E = kq/r^2$, একটি সরানো যায় এমন বিন্দুতে, সাথে $1/r^2$ লেখচিত্র।
- **সুসম ক্ষেত্র:** দুটি পাতের মাঝে ছাড়া একটি ইলেকট্রন বা প্রোটন; $E = V/d$, বল qE , ত্বরণ, অতিক্রম করার সময় এবং লব্ধ শক্তি qV (eV-এ)।

গাউসের সূত্র

- **তড়িৎ ফ্লাক্স:** সুসম ক্ষেত্রে একটি সমতল লুপ, θ কোণে ঘোরানো; $\Phi = EA \cos \theta$ এবং কতগুলো রেখা তা ভেদ করে তার গণনা।
- **গাউসীয় তল নির্বাচন:** পদ্ধতিটি নিজেই। গোলায়, বৃত্তাকার বা সমতল প্রতিসাম্য বেছে নাও; চিত্রে চিহ্নিত থাকে কোথায় E তলের সাথে লম্ব (ফ্লাক্স = EA) এবং কোথায় সমান্তরাল (ফ্লাক্স = 0), এবং একটি সংখ্যায়িত তালিকা প্রতিসাম্য $\rightarrow$ তল $\rightarrow$ ফ্লাক্স $\rightarrow q_{\text{enclosed}}/\epsilon_0 \rightarrow E$ ধাপে ধাপে দেখায়।
- **বিন্দু আধান: গোলক:** q -এর চারপাশে যেকোনো ব্যাসার্ধের একটি গাউসীয় গোলক; ফ্লাক্স q/ϵ_0 r -এর সাথে বদলায় না, ক্ষেত্রফল বদলায়, এবং $E \times 4\pi r^2 = q/\epsilon_0$ থেকে কুলম্বের সূত্র পাওয়া যায়।
- **রেখীয় আধান: সিলিন্ডার:** প্রতি মিটারে λ আধানের একটি লম্বা তার, একটি সমঅক্ষীয় সিলিন্ডারের ভেতরে যার ব্যাসার্ধ r ও দৈর্ঘ্য L ; শেষ প্রান্তগুলোতে কোনো ফ্লাক্স নেই, $E \times 2\pi rL = \lambda L/\epsilon_0$, $E = \lambda/2\pi\epsilon_0 r = 2k\lambda/r$, $1/r$ লেখচিত্র, এবং L বাতিল হয়ে যাওয়ার বিষয়টি।
- **সমতল পাত: পিলবক্স:** প্রতি m^2 -এ σ আধানের একটি বড় পাত এবং তার মধ্য দিয়ে একটি পিলবক্স; দুই প্রান্তের ক্যাপই EA দেয়, $2EA = \sigma A/\epsilon_0$, $E = \sigma/2\epsilon_0$ — ক্যাপগুলো সরালেও কিছু বদলায় না।
- **দুটি পাত ও পরিবাহী:** দুটি পাত $\pm\sigma$ একসাথে বসানো — মাঝে σ/ϵ_0 , বাইরে শূন্য — অথবা একটি ধাতব পাতের গায়ে একটি পিলবক্স যেখানে ভেতরে $E = 0$; $V = Ed$ এবং $C = \epsilon_0 A/d$ এখান থেকেই আসে।
- **চার্জিত গোলক: ভেতরে ও বাইরে:** একটি পরিবাহী গোলক (ভেতরে $E = 0$) বা একটি সুসমভাবে চার্জিত অন্তরক গোলক (ভেতরে $E = kQr/R^3$), বাইরে kQ/r^2 , r -তে আঁকা গাউসীয় গোলক, তার আবদ্ধ আধান এবং E - r লেখচিত্র।

তড়িৎ বিভব

- **বিন্দু আধানের বিভব:** $V = kq/r$, সমবিভব বৃত্ত, এবং $1/r$ লেখচিত্র ($E \propto 1/r^2$ -এর সাথে তুলনা)।
- **আধান সরানো:** একটি পরীক্ষণ আধান r_A থেকে r_B -এ বহন করা হয়; V_A , V_B , ΔV এবং $W = q_0 \Delta V$ তার চিহ্নের ব্যাখ্যাসহ।
- **সমবিভব তল:** একটি আধান, একটি ডাইপোল এবং দুটি পাতের জন্য তাৎক্ষণিকভাবে গণনা করা কন্টুর মানচিত্র, তার উপরে আঁকা ক্ষেত্র রেখা — যাতে সমকোণ নিয়মটি দেখা যায়।

ধারক (Capacitor)

- **সমান্তরাল পাত:** $C = \kappa \epsilon_0 A/d$, ক্ষেত্রফল, ফাঁক, ডাইইলেকট্রিক ও ভোল্টেজসহ; ব্যাটারি থেকে পাতে আধান প্রবাহিত হয়, ক্ষেত্র রেখা দেখায় $E = V/d$ ।
- **ডাইইলেকট্রিক:** একটি বাতাসের ধারক এবং একটি ডাইইলেকট্রিকসহ ধারক পাশাপাশি, মেরুকৃত অণু এবং প্রবিষ্ট পৃষ্ঠ-আধান আঁকা; ব্যাটারি সংযুক্ত রাখো (V স্থির) না সরিয়ে দাও (Q স্থির) বেছে নাও, এবং একটি সারণি দেখায় C , Q , V , E ও U কীভাবে বদলায় ও শক্তি কোথা থেকে এলো।
- **শ্রেণি ও সমান্তরাল সমাবেশ:** প্রতিটি ধারকের উপর আধান ও ভোল্টেজ।
- **সঞ্চিত শক্তি:** Q - V ত্রিভুজ, $U = \frac{1}{2}CV^2$ এবং শক্তি ঘনত্ব।
- **R দিয়ে চার্জ হওয়া:** একটি RC বর্তনী চার্জ বা ডিসচার্জ হচ্ছে, পাত ভরে যাওয়ার সাথে সাথে কারেন্ট বিন্দুগুলো ধীর হচ্ছে; V_C এবং I , t/τ -এর সাপেক্ষে, $\tau = RC$, এক টাইম কনস্ট্যান্ট পরে ৬৩%, পাঁচটির পরে ৯৯%।

প্রবাহী তড়িৎ ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র • অধ্যায় ৩

প্রবাহী তড়িৎের পাঁচটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোডে, এবং English / বাংলা সুইচসহ। প্রতিটি বর্তনী অ্যানিমেটেড কারেন্ট বিন্দু দিয়ে আঁকা, যাদের গতি কারেন্ট অনুসরণ করে।

প্রবাহ ও ওহমের সূত্র

- **ইলেকট্রনের প্রবাহন (Drift):** ইলেকট্রনগুলো + আয়নের জালিকার মধ্যে দিয়ে এলোমেলোভাবে কাঁপতে কাঁপতে ধীরে বামে সরে যায়, যখন প্রচলিত (conventional) প্রবাহ ডানদিকে থাকে। তুমি নির্ধারিত প্রবাহ ও তারের ক্ষেত্রফলের জন্য $I = nAve$ হিসাব করা হয়, ১ মিটার অতিক্রম করার সময় এবং সংকেত-বেগের সাথে তুলনাসহ।
- **V-I লেখচিত্র:** একটি ধাতব রোধক (সরলরেখা), একটি ফিলামেন্ট বাল্ব, একটি ডায়োড এবং একটি থার্মিস্টর, কার্যবিন্দুতে V/I এবং প্রতিটি রেখা কেন বাঁকে তার কারণসহ।
- **রোধ ও রোধাংক:** তুমি নির্ধারিত দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের একটি তার, তামা, অ্যালুমিনিয়াম, টাংস্টেন, নিক্রোম বা কার্বনে; $R = \rho L/A$, R-T রেখা $R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$ (কার্বনের জন্য ঋণাত্মক α) এবং রোধাংকের একটি লগ-স্কেল বার চার্ট।

শ্রেণি ও সমান্তরাল সমাবেশ

- **শ্রেণি সমাবেশ:** তিনটি রোধক ও একটি ব্যাটারি; সর্বত্র একই প্রবাহ, $V_1 + V_2 + V_3 = V$ ।
- **সমান্তরাল সমাবেশ:** প্রতিটি শাখার উপর পূর্ণ ভোল্টেজ, শাখা প্রবাহগুলো যোগ হচ্ছে, এবং লব্ধি রোধ সবচেয়ে ছোটটির চেয়েও ছোট।
- **মিশ্র নেটওয়ার্ক:** $R_2 \parallel R_3$, R_1 -এর সাথে শ্রেণিতে — প্রথমে জোড়াটি, তারপর মোট রোধ, তারপর মূল প্রবাহ এবং তার বিভাজন।

তড়িচ্চালক বল (EMF) ও কার্ষফের সূত্র

- **অভ্যন্তরীণ রোধ:** একটি কোষ, তার r একটি ড্যাশ বাক্সের ভেতরে আঁকা, একটি অ্যামিটার এবং বাহ্যিক রোধকের উপর একটি ভোল্টমিটার; $V = E - Ir$, হারানো ভোল্টেজ, এবং V-I রেখা যার ছেদ E ও ঢাল $-r$ ।
- **ক্ষমতা স্থানান্তর:** P-R লেখচিত্র $E^2R/(R + r)^2$, $R = r$ -তে যার সর্বোচ্চ মান, P সর্বোচ্চ $= E^2/4r$ এবং তখনকার ৫০% দক্ষতা।
- **কার্ষফের সূত্রাবলি:** দুটি কোষ শ্রেণি রোধকসহ একটি তৃতীয় রোধকের সমান্তরালে; তোমার সংখ্যা বসিয়ে সন্ধিস্থল ও লুপ সমীকরণ লেখা ও সমাধান করা হয়, এবং ঋণাত্মক প্রবাহকে কোষ চার্জ হচ্ছে বলে চিহ্নিত করা হয়।

ব্রিজ ও পোটেনশিওমিটার

- **হুইটস্টোন ব্রিজ:** P, Q, R, S একটি হীরকাকৃতিতে, গ্যালভানোমিটারের কাঁটা একটি সম্পূর্ণ নোড বিশ্লেষণ দিয়ে চালিত; $P/Q = R/S$ -এ সাম্য, B ও D-এর বিভব, এবং সাম্যের জন্য প্রয়োজনীয় S।
- **মিটার ব্রিজ:** পরিচিত R এবং অজানা X একটি ১০০ সেমি তারের ফাঁকে; জকিটি সরাও, গ্যালভানোমিটার বলে দেয় কোনদিকে সরাতে হবে, এবং সাম্যে $X = R(100 - l)/l$ ।
- **পোটেনশিওমিটার:** তারের উপর একটি ড্রাইভার কোষ ও রিওস্ট্যাট, E_1 বা E_2 একটি গ্যালভানোমিটার দিয়ে জকিতে, তার-বরাবর বিভবের লেখচিত্র দুটি সাম্য দৈর্ঘ্যসহ, $E = kl$ এবং $E_1/E_2 = l_1/l_2$ — এবং ড্রাইভার ভোল্টেজের চেয়ে বেশি একটি কোষের ক্ষেত্র, যা সাম্য করা যায় না।

ক্ষমতা ও মিটার

- **ক্ষমতা, তাপ ও বিল:** একটি যন্ত্র বেছে নাও (এলইডি বাতি থেকে রুম হিটার), দিনে ব্যবহারের ঘণ্টা এবং শুল্ক (tariff); 220 V -এ $I = P/V$ এবং $R = V^2/P$, একটি চলমান kWh মিটার, এবং মাসে শক্তি ও খরচ, $1\text{ kWh} = 3.6 \times 10^6\text{ J}$ ধরে।
- **গ্যালভানোমিটার → অ্যামিটার:** গ্যালভানোমিটারের G ও I_g এবং চাওয়া রেঞ্জ; শার্ট $S = I_g G / (I - I_g)$, কুণ্ডলী ও শার্টের মধ্যে প্রবাহের বিভাজন এবং মিটারের ক্ষুদ্র রোধ।
- **গ্যালভানোমিটার → ভোল্টমিটার:** স্ট্রেপিতে মাল্টিপ্লায়ার $R = V/I_g - G$, বড় ভোল্টমিটার রোধ এবং সংবেদনশীলতা Ω/V -এ।

চুম্বকত্ব ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র · অধ্যায় ৪

আটটি বিষয়, ওরস্টেডের পরীক্ষা থেকে স্থায়ী চুম্বক পর্যন্ত। ক্ষেত্র দেখানো হয়েছে চেনা $\otimes$ (পাতার ভেতরে) এবং $\odot$ (পাতা থেকে বাইরে) প্রতীক দিয়ে, এবং প্রতিটি পাঠ টেসলার পাশাপাশি μT বা mT -তেও দেওয়া থাকে।

ওরস্টেড ও চলমান আধান

- তারের চারপাশে কম্পাস:** একটি খাড়া তারের চারপাশে কম্পাস কাঁটার একটি বলয়। প্রবাহ চালু করো এবং বিমুখ করো; কাঁটাগুলো স্পর্শকের দিকে ঘোরে, যা ডান-হাতের গ্রিপ নিয়ম। **পৃথিবীর ক্ষেত্র** চালু করলে কাঁটা দুই ক্ষেত্রের লব্ধির দিকে স্থির হয় — ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটারের সেই চেনা $\tan \theta = B_{\text{wire}}/B_H$ ।
- চলমান আধান:** একটি আধান সমস্ত ক্ষেত্রে প্রবেশ করে বৃত্তাকারে ঘোরে, $r = mv/qB$, পর্যায়কাল $T = 2\pi m/qB$ । একটি লম্বার আধানটিকে B -এর লম্ব দিকে ছোড়ে এবং তার পথ আঁকা হয়। B পাতার ভেতরে ($\otimes$) হলে ধনাত্মক আধান ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে আর ইলেকট্রন ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘোরে; আধানের চিহ্ন বা B -এর দিক (পাতা থেকে বাইরে, $\odot$) উল্টালে ঘোরার দিকও উল্টে যায় ($F = qv \times B$)। কণা, v ও B বদলে r -এর পরিবর্তন দেখো।

বায়ো-স্যাভার্ট সূত্র

- প্রবাহ উপাদান:** বিন্দু P টেনে সরো। প্যানেলটি তোমার r ও θ ব্যবহার করে $dB = (\mu_0/4\pi) \cdot I dl \sin \theta/r^2$ হিসাব করে দেখায়, এবং দেখায় যে dB উপাদানের বরাবর শূন্য এবং তার সঙ্গে সমকোণে সর্বোচ্চ হয়।
- সোজা তার:** $B = \mu_0 I/2\pi a$ । দূরত্ব a টেনে সরিয়ে $1/a$ লেখচিত্র দেখো।
- বৃত্তাকার কুণ্ডলী:** কেন্দ্রে $B = \mu_0 NI/2a$, এবং অক্ষে $B = \mu_0 NIa^2/2(a^2 + x^2)^{3/2}$ । অক্ষ বরাবর বিন্দুটি টেনে সরিয়ে এটি কীভাবে কমে যায় দেখো।

অ্যাম্পিয়ারের বর্তনী সূত্র

- তার:** তারের চারপাশে অ্যাম্পিয়ারীয় বৃত্ত আঁকা হয়েছে; $\oint B \cdot dl = \mu_0 I$ বায়ো-স্যাভার্টের মতোই এক লাইনেই একই উত্তর দেয়।
- সলিনয়েড:** ভেতরে $B = \mu_0 nI$ এবং বাইরে প্রায় শূন্য। পাক সংখ্যা, দৈর্ঘ্য ও প্রবাহ বদলাও।
- টরয়েড:** $B = \mu_0 NI/2\pi r$ । বিন্দুটি ভেতরে, কোরে ও বাইরে সরিয়ে দেখো যে ক্ষেত্র কেবল কোরেই থাকে।

প্রবাহবাহী তারের ওপর বল ও টর্ক

- ক্ষেত্রে তার:** $F = BIL \sin \theta$ । কোণ বদলে দেখো তার ক্ষেত্রের সমান্তরালে থাকলে বল শূন্য হয়, এবং আঁকা দিকগুলো দিয়ে বাম-হাতের নিয়ম বুঝে নাও।
- দুটি সমান্তরাল তার:** $F/L = \mu_0 I_1 I_2/2\pi d$ । একই দিকে হলে আকর্ষণ, বিপরীত দিকে হলে বিকর্ষণ। দুই প্রবাহই $1 A$ এবং দূরত্ব $1 m$ করলেই অ্যাম্পিয়ারের সংজ্ঞা পাওয়া যায়।
- প্রবাহ কুণ্ডলী:** $\tau = NBIA \sin \theta$ । এটাই মুভিং-কয়েল গ্যালভানোমিটার এবং ডিসি মোটরের ভিত্তি; একই স্কিন থেকে ইলেকট্রনের কক্ষপথীয় চৌম্বক ভ্রামক এবং স্পিন ভ্রামক (বোর ম্যাগনেটন)-ও পাওয়া যায়।

হল ক্রিয়া

- B, প্রবাহ, স্ল্যাবের পুরুত্ব এবং বাহক ঘনত্ব n নির্ধারণ করে। স্ল্যাবের দুই পাশে হল বিভব $V_H = BI/nqt$ গড়ে ওঠে, এবং হল কোয়েফিসিয়েন্ট $R_H = 1/nq$ দেখানো হয়।
- বাহককে ইলেকট্রন ও হোল-এর মধ্যে বদলাও: V_H -এর চিহ্ন উল্টে যায় — এভাবেই হল ক্রিয়া n-টাইপ ও p-টাইপ পার্থক্য করে।

পৃথিবীর চুম্বকত্ব

- **প্রব:** পৃথিবী একটি দণ্ড চুম্বক হিসেবে, তার ক্ষেত্ররেখা সহ। ল্যাটিটিউড টেনে সরাও; ডিপ ক্যাঁটা $\tan \delta = 2 \tan(\text{latitude})$ মেনে চলে — নিরক্ষরেখায় সমতল, মেরুতে খাড়া।
- **উপাদান:** তিনটি চৌম্বক উপাদান — বিচ্যুতি, ডিপ δ এবং অনুভূমিক উপাংশ $H = B \cos \delta$ (এবং $V = B \sin \delta$) — একটি ত্রিমাত্রিক বাস্তব হিসেবে আঁকা হয়েছে যাতে শিক্ষার্থীরা প্রতিটি কোণ কোথায় বসে দেখতে পারে।

চৌম্বক পদার্থ

- **প্রকারভেদ:** একই ক্ষেত্রে একটি ডায়াচৌম্বক, একটি প্যারাচৌম্বক ও একটি ফেরোচৌম্বক নমুনা, তাদের চুম্বকশীলতা (susceptibility) χ ও চুম্বকের কাছে প্রত্যেকের আচরণ সহ।
- **ডোমেইন:** ডোমেইনের একটি গ্রিড। H বাড়ালে তারা একে একে সারিবদ্ধ হয়, স্যাচুরেশন পর্যন্ত $M-H$ লেখচিত্র আঁকতে থাকে।
- **হিস্টেরেসিস:** $B-H$ লুপ। **নরম লোহা** (সরু লুপ, ছোট কোয়ের্সিভিটি)-র সঙ্গে **স্টিল** (মোটা লুপ) তুলনা করো। লুপের ক্ষেত্রফলই প্রতি চক্রে অপচয়িত শক্তি — যে কারণে ট্রান্সফরমার কোর নরম লোহার তৈরি হয়।

চুম্বক

- **দণ্ড চুম্বক:** মেরু-প্রাবল্য m এবং দৈর্ঘ্য $2l$ থেকে ভ্রামক $M = m \cdot 2l$ পাওয়া যায়। একই দূরত্বে অক্ষীয় (end-on) ক্ষেত্র $2M/d^3$ -এর সঙ্গে বিসদৃশ (broadside-on) ক্ষেত্র M/d^3 তুলনা করো।
- **তড়িৎচুম্বক:** সুইচ-সহ একটি কুণ্ডলী। $B = \mu_0 \mu_r nI$ । কোর বায়ু, নরম লোহা ও স্টিলের মধ্যে বদলে সুইচ বন্ধ করো — নরম লোহা তার চুম্বকত্ব হারায়, স্টিল ধরে রাখে, যা ঠিক তড়িৎচুম্বক আর স্থায়ী চুম্বকের পার্থক্য।

আবেশ ও এসি ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র · অধ্যায় ৫

সাতটি বিষয়, গ্যালভানোমিটার কাঁটার প্রথম নড়াচড়া থেকে LCR বর্তনীর অনুবাদ পর্যন্ত। বিভব স্বয়ংক্রিয়ভাবে mV বা V-এ দেখানো হয়, এবং প্রতিটি স্ক্রিন স্লাইডারের মান সহ সূত্রটি বলে দেয়।

ফ্যারাডের সূত্র

- **চুম্বক ও কুণ্ডলী:** চুম্বকটিকে দোলাতে দাও, বা **আমি একে সরাব**-এ চাপ দিয়ে অবস্থান স্লাইডার নিজে টেনে সরেও। চুম্বক নড়লেই কাঁটা নড়ে — কোথাও থামিয়ে রাখলে $\varepsilon = 0$ ।
- পাশের লেখচিত্রে emf-কে চুম্বকের অবস্থানের বিপরীতে আঁকা হয়েছে। থমকে দেখার বিষয়টি হলো: কুণ্ডলীর কেন্দ্রে ফ্লাক্স **সর্বোচ্চ** কিন্তু emf **শূন্য**, কারণ সেখানে ফ্লাক্স বদলাচ্ছে না।
- **রেলের উপর দণ্ড:** $\varepsilon = BLv$ । দণ্ডটি প্রতি সেকেন্ডে Lv ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে, আবিষ্ট প্রবাহ গতির বিরুদ্ধে BIL বল তৈরি করে, এবং প্যানেলটি দেখায় তোমার শক্তি Fv -এর সমান তাপ I^2R উৎপন্ন হচ্ছে।
- **ফ্লাক্স বা বদলায়:** **B বদলাও**, **ক্ষেত্রফল বদলাও** বা **কুণ্ডলী ঘোরাও** বেছে নাও। দুই লেখচিত্রই দেখায় emf আসলে ফ্লাক্সের ঢাল — Φ -এর মোড়ে শূন্য, Φ সবচেয়ে দ্রুত পার হওয়ার সময় সর্বোচ্চ। কুণ্ডলী ঘোরালে সাইন তরঙ্গের emf পাওয়া যায়, যা-ই জেনারেটর।

লেঞ্জের সূত্র

- **ঢোকাও, বের কর:** দিক এবং কুণ্ডলীর মুখোমুখি মেরু বেছে নাও। কুণ্ডলীর কাছের মুখে আবিষ্ট মেরু লেখা থাকে, আবিষ্ট প্রবাহের দিক আঁকা হয়, এবং চুম্বকের ওপর বল গতির বিপরীত দিকেই থাকে।
- **ধাতব নলে চুম্বক:** একই চুম্বক একটি প্লাস্টিক ও একটি তামার নলে ফেলা হয়েছে। তামার মধ্যে এডি প্রবাহ পতনের বিরুদ্ধে কাজ করে, ফলে এটি একটি প্রান্তিক বেগে নামে, অন্যটি মুক্তভাবে পড়ে। স্লাইডার নল কতটা ভালো পরিবাহী তা বদলায়।
- **শক্তি কোথা থেকে আসে:** দুটি বার — তুমি প্রতি সেকেন্ডে যে কাজ করছ এবং প্রতি সেকেন্ডে উৎপন্ন তাপ। তারা সবসময় সমান। ফ্যারাডের সূত্রে ঋণাত্মক চিহ্ন কেন থাকতেই হয় তা বোঝাতে এটি ব্যবহার করো।

স্ব-আবেশ

- **কুণ্ডলীর আবেশ:** $L = \mu_0 \mu_r N^2 A / l$ । পাক সংখ্যা, দৈর্ঘ্য, ব্যাসার্ধ ও কোর বদলাও; লেখচিত্র দেখায় $L \propto N^2$, এবং পাঠগুলো নির্বাচিত dl/dt -এর জন্য প্রতিমুখী emf বলে দেয়।
- **প্রবাহের বৃদ্ধি ও ক্ষয়:** সুইচ-সহ একটি LR বর্তনী। প্রবাহ $I = (V/R)(1 - e^{-t/\tau})$ অনুসারে বাড়ে, $\tau = L/R$ লেখচিত্রে চিহ্নিত — এক τ পরে 63%। সুইচ বন্ধ করে ক্ষয় দেখো, এবং সুইচে স্কুলিঙ্গ নিয়ে আলোচনা করো।
- **সঞ্চিত শক্তি:** $U = \frac{1}{2}LI^2$ একটি প্যারাবোলা হিসেবে আঁকা, পাশে বৈদ্যুতিক জোড়া $\frac{1}{2}CV^2$ -এর নামও দেওয়া।

পারস্পরিক আবেশ

- **পারস্পরিক আবেশ:** একই কোরে দুটি কুণ্ডলী, $M = \mu_0 \mu_r N_1 N_2 A / l$ । প্রাথমিক প্রবাহ একটি ত্রিভুজ তরঙ্গ, ফলে প্রতি অর্ধ-চক্রে dl_1/dt ধ্রুবক থাকে এবং সেকেন্ডারি emf একটি পরিষ্কার বর্গ তরঙ্গ হয় — $\varepsilon_2 = -M dl_1/dt$ দেখানোর ভালো উপায়।
- **ট্রান্সফরমার:** পাক সংখ্যা, প্রাথমিক বিভব, লোড প্রবাহ ও কার্যক্ষমতা নির্ধারণ করো। $V_s/V_p = N_s/N_p$, এবং বারগুলো ইনপুট শক্তি, আউটপুট শক্তি ও ক্ষয় তুলনা করে। লেবেল বলে দেয় এটি স্টেপ-আপ না স্টেপ-ডাউন।

জেনারেটর ও ডায়নামো

- মেরুদ্বয়ের মধ্যে একটি কুণ্ডলী ঘোরে; আউটপুট পাশে শীর্ষ ও rms রেখা চিহ্নিত করে আঁকা হয়। $\varepsilon = NBA\omega \sin \omega t$, তাই $\varepsilon_0 = NBA\omega$ — N , B , A বা গতি বাড়াও।
- **AC জেনারেটর** দুটি স্লিপ রিং ব্যবহার করে; **DC ডায়নামো** স্প্লিট-রিং কমিউটেটর ব্যবহার করে, ফলে আউটপুট কখনো ঋণাত্মক হয় না। কুণ্ডলীর দুই বাহুতে $\otimes$ ও $\odot$ প্রতি অর্ধ পাকে প্রবাহ উল্টে যাওয়া দেখায়।

শীর্ষ, গড় ও rms

- **তরঙ্গরূপে:** একটি সাইন তরঙ্গে শীর্ষ I_0 , rms $0.707 I_0$ এবং অর্ধ-চক্র গড় $0.637 I_0$ চিহ্নিত, সঙ্গে পূর্ণ-চক্র গড় শূন্য দেখানো।
- **কার্যকর মান:** i^2 লেখচিত্র তার গড় $I_0^2/2$ সহ, এবং দুটি বাতি — শীর্ষ I_0 -র একটি এসি ও $I_0/\sqrt{2}$ -র একটি ডিসি — সমান উজ্জ্বলতায় জ্বলছে। এটাই "220 V মেইনস"-এর অর্থ (শীর্ষ ≈ 311 V)।

এসি বর্তনী ও অনুবাদ

- একা **R**, **L** বা **C**: বিভব ও প্রবাহের তরঙ্গরূপ, সঙ্গে একটি ফেজের চিত্র। **R**-এর জন্য সমদশা, **L**-এর জন্য প্রবাহ 90° পিছিয়ে, **C**-এর জন্য 90° এগিয়ে, $X_L = 2\pi fL$ এবং $X_C = 1/2\pi fC$ সহ।
- **শ্রেণি LCR:** ফেজের চিত্র, ইম্পিডেন্স ত্রিভুজ, $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, ফেজ কোণ এবং পাওয়ার ফ্যাক্টর $\cos \phi$ । লক্ষ করো V_L ও V_C প্রত্যেকেই সাপ্লাই বিভবের চেয়ে বড় হতে পারে।
- **অনুবাদ:** কম্পাঙ্কের বিপরীতে প্রবাহ, $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$ চিহ্নিত। **R** বদলে দেখো এটি তীক্ষ্ণতা বদলায় কিন্তু f_0 বদলায় না।

জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র • অধ্যায় ৬

ওপরে আটটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোড এবং English / বাংলা সুইচ সহ। পুরোটাই কার্টেসীয় চিহ্ন প্রথা মেনে চলে — দূরত্ব মাপা হয় পোল বা আলোককেন্দ্র থেকে, ডানদিকে ধনাত্মক — এবং প্রতিটি পাঠে চিহ্ন দেখানো থাকে, যাতে স্ক্রিনের সংখ্যা পরীক্ষায় শিক্ষার্থীদের লেখার সঙ্গে মিলে যায়।

দর্পণ

- **সমতল দর্পণ:** বস্তু যত সামনে, প্রতিবিম্ব ঠিক তত পেছনে, চোখে পৌঁছানো দুটি রশ্মি সহ আঁকা, এবং সারা দেহ দেখানোর জন্য প্রয়োজনীয় সবচেয়ে ছোট দর্পণের অর্ধ-উচ্চতা নিয়ম।
- **অবতল ও উত্তল দর্পণ:** বস্তু তীর, তিনটি আদর্শ রশ্মি (সমান্তরাল $\rightarrow$ F, C দিয়ে, পোলে) এবং প্রতিবিম্ব, বাস্তব বা অবাস্তব। $1/v + 1/u = 1/f$, যেখানে $f = R/2$; পাঠগুলো v , m , প্রতিবিম্বের উচ্চতা ও প্রকৃতি দেয়। বস্তুকে C, F এবং F-এর ভেতরে দিয়ে সরিয়ে প্রতিবিম্বের পরিবর্তন দেখো।

প্রতিসরণ

- **সমতল তল:** বায়ু, পানি, কাচ ও হীরার কোনো জোড়ার জন্য $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ । i বাড়ার সঙ্গে প্রতিফলিত রশ্মি উজ্জ্বল হয়; ঘনতর মাধ্যম থেকে এটি সম্পূর্ণ প্রতিফলনে পরিণত হয়।
- **কাচের স্ল্যাব:** ভেতরের রশ্মি, আপতিত রশ্মির সমান্তরাল নির্গত রশ্মি, এবং পার্শ্ব সরণ $d = t \sin(i - r)/\cos r$ আঁকা ও হিসাব করা।
- **আপাত গভীরতা:** পানির নিচে ওপর থেকে দেখা একটি মুদ্রা (আপাত = বাস্তব / n) এবং নিচ থেকে মাছের দেখা একটি পাখি (আপাত = $n \times$ বাস্তব), রশ্মিগুলো আপাত অবস্থান পর্যন্ত পিছিয়ে আঁকা।

সম্পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন

- **সংকট কোণ:** পানি, কাচ বা হীরায় i পরিবর্তন করো; C-তে প্রতিসরিত রশ্মি তল ঘেঁষে যায় এবং তার পরে সবটাই প্রতিফলিত হয়।
- **অপটিক্যাল ফাইবার:** কোর ও ক্ল্যাডিং প্রতিসরাংক, প্রবেশ কোণ, প্রাচীরে কোণ ও C-এর তুলনা, গ্রহণ কোণ এবং সাংখ্যিক অ্যাপারচার $\sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$ । গ্রহণ শঙ্কুর বাইরের রশ্মিগুলো দৃশ্যমানভাবে ক্ল্যাডিংয়ে চুইয়ে যায়।
- **প্রতিফলক প্রিজম:** 45° – 90° – 45° প্রিজম আলোকে 90° বা 180° ঘোরায়, এবং দূরবীনে ব্যবহৃত ইরেক্টিং জোড়া।

গোলীয় তল

- $n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$, চিহ্নযুক্ত ব্যাসার্ধ এবং দুটি প্রতিসরাংকই পরিবর্তনযোগ্য — লেন্স-নির্মাতার সূত্রের আগের ধাপ।

পাতলা লেন্স

- উত্তল ও অবতল লেন্সের জন্য **রশ্মি চিত্র**, F, F', 2F চিহ্নিত এবং প্রতিবিম্বের প্রকৃতি পড়ে নেওয়া; দুটি চিহ্নযুক্ত ব্যাসার্ধ এবং n সহ **লেন্স-নির্মাতার সূত্র**, এবং পানিতে একই লেন্স কী করে; **ক্ষমতা ও সমন্বয়** — ডায়স্টার, এবং সংস্পর্শে থাকা দুটি লেন্স।

প্রিজম

- **বিচ্যুতি:** দুই পাশ দিয়ে যাওয়া রশ্মি, i , r_1 , r_2 , e ও δ চিহ্নিত, ন্যূনতম বিন্দু সহ $i - \delta$ লেখচিত্র, ন্যূনতম বিচ্যুতি নির্ধারণের একটি বাটন, এবং δ_m থেকে n ।

- **বিচ্ছুরণ:** ক্রাউন বা ফ্লিন্ট কাচ দিয়ে বিভক্ত সাদা আলো; আসল বিস্তার সামান্য, তাই ক্রাসের জন্য একটি চিপ এটিকে $\times 5$ বাড়িয়ে দেখায়, তবে পাঠগুলো সত্য থাকে।

যন্ত্রপাতি

- নিকট বিন্দুতে প্রতিবিম্ব ($M = 1 + D/f$) বা অসীমে ($M = D/f$) সহ **আতশ কাচ**; মধ্যবর্তী প্রতিবিম্ব, নলের দৈর্ঘ্য এবং $M = m_o \times m_e$ সহ **যোগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র**; সাধারণ সমন্বয়ে $M = f_o/f_e$ এবং $L = f_o + f_e$ সহ **জ্যোতির্বিজ্ঞানিক দূরবীক্ষণ যন্ত্র**।

চোখ

- একটি হ্রাসকৃত চোখ (প্রায় $50 D$, $4 D$ সমন্বয় ক্ষমতা সহ) এবং কোনো দূরত্বে একটি বস্তু: প্রতিবিম্ব রেটিনায়, তার সামনে বা পেছনে পড়ে, এবং একটি ক্ষমতা বার দেখায় কতটা সমন্বয় ব্যবহৃত হচ্ছে।
- **স্পন্দদৃষ্টি:** দূরবিন্দু x নির্ধারণ করো, দূরের বস্তু রেটিনার সামনে ফোকাস হতে দেখো, সংশোধক লেন্স চালু করে $P = -1/x$ পড়ো। **দীর্ঘদৃষ্টি:** নিকট বিন্দু y নির্ধারণ করো এবং $P = 1/0.25 - 1/y$ দিয়ে সংশোধন করো।

অনুশীলন সমস্যাগুলো সব দৃষ্টিকোণ ঢেকে রাখে: চিহ্ন সহ দর্পণ ও লেন্স সূত্র, স্ফেরিক সূত্র, পার্শ্ব সরণ, আপাত গভীরতা, সংকট কোণ, সাংখ্যিক অ্যাপারচার, গোলীয়-তল সমীকরণ, লেন্স-নির্মাতার সূত্র, সংস্পর্শে ক্ষমতা, δ_m ও n , কৌণিক বিচ্ছুরণ, বিবর্ধন ক্ষমতা এবং চশমার ক্ষমতা।

ভৌত আলোকবিজ্ঞান ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র • অধ্যায় ৭

একই অধ্যায় ৭: আলোর তরঙ্গ ধর্ম। ওপরে চারটি বিষয়, প্রতিটির নিজস্ব দৃশ্য, শেখো ও অনুশীলন কার্ড, এবং ওপরের ডানে একটি

English / বাংলা টগল — এটি বদলালে প্রতিটি লেবেল, নোট, প্রশ্ন ও রিডআউট বাংলায় বদলে যায়।

তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ হিসেবে আলো

- **E ও B ক্ষেত্র:** পরিপ্রেক্ষিতে আঁকা দৌল্যমান তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র, একে অপরের এবং গতির দিকের সঙ্গে সমকোণে। তরঙ্গদৈর্ঘ্য বদলাও এবং পুরো ছবি, তার রঙ সহ, তা অনুসরণ করে। প্যানেলটি $f = c/\lambda$, পর্যায়কাল এবং eV-তে ফোটন শক্তি দেয়, পাশে $E_0/B_0 = c$ ।
- **পুরো বর্ণালি:** রেডিও তরঙ্গ থেকে গামা রশ্মি পর্যন্ত একটি লগারিদমিক রুলার, দৃশ্যমান ব্যান্ড চিহ্নিত, যাতে শিক্ষার্থীরা নিজেরাই দেখতে পারে 400–700 nm কতটা সরু। পাশে $c = 1/\sqrt{(\mu_0\epsilon_0)}$ হিসাব করা — যে হিসাবটি ম্যাক্সওয়েলকে বলেছিল আলো একটি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ।
- **এটি যে শক্তি বহন করে:** সব দিকে বিকিরণকারী একটি বাতি, $I = P/4\pi r^2$, ক্ষেত্র প্রাবল্য $E_0 = \sqrt{(2I/\epsilon_0 c)}$, শক্তি ঘনত্ব এবং বিকিরণ চাপ $p = I/c$ সহ।

ব্যতিচার

- **হাইগেনসের তরঙ্গমুখ:** গৌণ তরঙ্গিকা থেকে গঠিত সমতল ও গোলাীয় তরঙ্গমুখ, তার আবরক সহ আঁকা। প্রতিসরণের ক্ষেত্রেও, যা স্লেয়ার সূত্রের হাইগেনসের প্রমাণ।
- **ইয়ংয়ের দ্বি-চিড় পরীক্ষা:** দুটি চিড়, বিস্তৃত তরঙ্গ, এবং পর্দায় ফ্রিঞ্জ প্যাটার্ন। **পর্দার দূরত্ব D** সরালে ছবির ওপর পর্দাটি আসলেই সরে যায় এবং উজ্জ্বল ও অন্ধকার বন্ধনী দৃশ্যমানভাবে ঘনিষ্টে আসে বা ছড়িয়ে যায়; λ ও d একই কাজ করে। $\beta = \lambda D/d$ mm-এ দেওয়া, প্রতিটি ফ্রিঞ্জের ক্রম চিহ্নিত সহ।

অপবর্তন

- **একক চিড়:** প্রান্ত ঘুরে বাঁকা আলো, বিস্তৃত মধ্যবর্তী ব্যান্ড এবং দুর্বল পাশের ফ্রিঞ্জ, $a \sin \theta = n\lambda$ থেকে ন্যূনতম বিন্দু সহ। চিড় সরু করলে প্যাটার্ন বিস্তৃত হয় — যে বিষয়টি শিক্ষার্থীরা সাধারণত উল্টো বোঝে। মধ্যবর্তী ব্যান্ডের প্রশ্ন, $2\lambda D/a$, হিসাব করা।
- **থ্রেটিং:** হাজার হাজার চিড়, $d = 1/N$, এবং প্রতিটি ক্রম $d \sin \theta = n\lambda$ থেকে তার নিজস্ব কোণে বেরিয়ে আসে। প্যানেলটি বলে দেয় নির্বাচিত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য কতগুলো ক্রম সম্ভব।

সমবর্তন

- **ম্যালাসের সূত্র:** অসমবর্তিত আলো একটি পোলারাইজারের ($I_0/2$) এবং তারপর একটি অ্যানালাইজারের ($I = I_0 \cos^2 \theta$) মধ্য দিয়ে। অ্যানালাইজার 90° -এ ঘোরালে আলো সম্পূর্ণ বন্ধ হয়ে যায় — আলো একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ, তার প্রমাণ।
- **ক্রস্টার কোণ:** কাচ বা পানি থেকে প্রতিফলন, $i_p = \tan^{-1} n$ সহ। সেই কোণে প্রতিফলিত রশ্মি সম্পূর্ণ সমতল সমবর্তিত এবং প্রতিসরিত রশ্মির সঙ্গে ঠিক 90° কোণে থাকে — পোলারাইজড সানগ্লাসের পেছনের পদার্থবিজ্ঞান।

অধ্যায় ৬ — দর্পণ, প্রতিসরণ, লেন্স, প্রিজম, যন্ত্রপাতি ও চোখ — ওপরের জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান ল্যাবে আছে।

মডার্ন ফিজিক্স ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র • অধ্যায় ৮

ফ্রেম ও রূপান্তর

- গ্যালিলিয়ান ও লরেঞ্জ: একটি ট্রেন (ফ্রেম S') মাটির (ফ্রেম S) পাশ দিয়ে যায়। মাটির ট্র্যাকে ক্লিক করলে একটি ফ্ল্যাশ তৈরি হয়। রিডিংগুলো তার (x, t) ও (x', t') দেখায়, এবং ওই স্থানে ট্রেনের ক্লার ও ঘড়ি সমীকরণের সাথে মিলে যায়।
- লরেঞ্জ দূরত্ব লাইট-সেকেন্ডে ($c = 1 \text{ ls/s}$) দেখানো হয়। ট্রেনের ক্লার ছোট হয়ে যায় এবং ট্রেনের ঘড়িগুলো ধীরে ও ছন্দ হারিয়ে চলে।
- বেগ যোগ: $u = u' + v$ -কে আইনস্টাইনের সমীকরণের সাথে তুলনা করে। আলো ($u' = c$) বেছে নিলে দেখা যায় আলো c -তেই থেকে যায়।

সময় দীর্ঘায়ন

- লাইট ক্লক: একটি স্থির ও একটি চলন্ত ঘড়ি। চলন্ত ঘড়ির আলো ঢালু পথে চলে, তাই এটি ধীরে টিক দেয়; $\Delta t = \gamma \Delta t_0$ -এর ত্রিভুজটি এতে আঁকা আছে।
- মিউয়ন ক্ষয়: মিউয়ন ১০ কিমি ওপর থেকে নামে। সময় দীর্ঘায়ন ধরে ও না ধরে কতগুলো ভূমিতে পৌঁছায় তা তুলনা করে।

দৈর্ঘ্য সংকোচন

- বেগ ও স্থির দৈর্ঘ্য L_0 সেট করে। বিশ্রামে থাকা জাহাজ ও উড়ন্ত জাহাজের তুলনা করে; L/L_0 -এর লেখচিত্রটি একটি চতুর্থাংশ বৃত্ত।

ভর ও শক্তি

- আপেক্ষিক ভর: একটি অপরিবর্তনীয় বল ধাক্কা দেয়; আবার ধাক্কা দিতে আবার শুরু-তে চাপো। নিউটনের বেগ c অতিক্রম করে যায়, কিন্তু আপেক্ষিক বেগ কখনো c -তে পৌঁছায় না, যখন $m = \gamma m_0$ বাড়তে থাকে।
- $E = mc^2$: একটি ভর বেছে নাও (ইলেকট্রন, প্রোটন, 1 u, He-4-এর ভর ত্রুটি, 1 mg, 1 g, 1 kg) এবং তার শক্তি J , MeV ও kWh-এ দেখো।
- শক্তি-ভরবেগ: $E^2 = (pc)^2 + (m_0c^2)^2$ -কে একটি সমকোণী ত্রিভুজ হিসেবে দেখানো হয়েছে। ইলেকট্রন বা ফোটন বেছে নিয়ে pc টেনে দেখো।

আলোক তড়িৎ দ্বিফা

- ধাতু বেছে নাও, তারপর তরঙ্গদৈর্ঘ্য (100–750 nm, UV সহ), উজ্জ্বলতা ও কালেক্টর ভোল্টেজ সেট করে।
- লেখচিত্রটি K_{max} বনাম কম্পাঙ্ক এবং প্রবাহ বনাম ভোল্টেজ-এর মধ্যে বদলাও। স্টপিং পোটেনশিয়াল বের করতে কালেক্টর ভোল্টেজকে ঋণাত্মক করে।
- ওয়ার্ক ফাংশনের মানগুলো সাধারণ পাঠ্যবই-ভিত্তিক।

কম্পটন দ্বিফা

- এক্স-রে তরঙ্গদৈর্ঘ্য (pm) ও বিক্ষেপণ কোণ θ সেট করে। বিক্ষিপ্ত ফোটনটি দীর্ঘতর হয়ে বের হয়; নিচের বারগুলো λ ও λ' -কে স্কেল অনুযায়ী তুলনা করে।

পদার্থ তরঙ্গ ও কোয়ান্টাম

- **দ্য ব্রগলি:** ইলেকট্রন, প্রোটন, আলফা কণা বা ক্রিকেট বল বেছে নাও, এবং ভোল্টেজ (বা বেগ)। তরঙ্গদৈর্ঘ্যটি প্রোটন থেকে একটি চুল পর্যন্ত আকারের স্কেলে চিহ্নিত করা আছে।
- **বোর কক্ষপথ:** কক্ষপথ ঘিরে তরঙ্গের সংখ্যা n সেট করো। শুধু পূর্ণসংখ্যাই মিলে যায়, যা থেকে অনুমোদিত শক্তিস্তর পাওয়া যায়।
- **অনিশ্চয়তা:** Δx সংকুচিত করে দেখো ভরবেগের বিস্তার Δp কীভাবে বাড়ে; তাদের গুণফল কখনো $\hbar/2$ -এর নিচে নামে না।

পারমাণবিক ও নিউক্লিয়ার ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র • অধ্যায় ৯

রাদারফোর্ডের পরীক্ষা থেকে ফিউশন পর্যন্ত পাঁচটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোড এবং English / বাংলা সুইচ সহ।

রাদারফোর্ড বিক্ষেপণ

- **α -কণা বিক্ষেপণ:** বেছে নেওয়া ফয়েলের একটি একক নিউক্লিয়াসের পাশ দিয়ে α -কণা প্রবাহিত হয়; কুলম্ব ক্ষেত্রে তাদের পথ হিসাব করা হয়, ফলে অধিকাংশ প্রায় সোজা যায় এবং কাছাকাছি লক্ষ্যকৃত কয়েকটি বড় কোণে ঘুরে যায়। জিংক-সালফাইড চাপে ফ্ল্যাশ দেখা যায় এবং একটি হিস্টোগ্রাম বিচ্ছুরিতগুনো গোনে। α শক্তি বাড়ালে বা ফয়েল পরিবর্তন করলে $r_0 = 2kZe^2/K$ তার সাথে বদলে যায়।
- **গ্রাম পুন্ডিং বনাম নিউক্লিয়াস:** থমসনের বিস্তৃত ধনাত্মক গোলক ও রাদারফোর্ডের নিউক্লিয়ার পরমাণু পাশাপাশি, পরমাণু-থেকে-নিউক্লিয়াস আকারের অনুপাত সহ।
- **নিকটতম দূরত্ব:** একটি হেড-অন α কুলম্ব পাহাড় বেয়ে ওঠে, r_0 -তে থেমে যায় এবং ফিরে আসে; KE ও PE বার একে অপরের স্থান বদলায়, এবং তোমার সেট করা শক্তি ও নিউক্লিয়াসের জন্য r_0 হিসাব করা হয়।

বোর মডেল

- **কক্ষপথ ও উত্তরণ:** $n = 1-6$ -এর জন্য স্কেল অনুযায়ী কক্ষপথ ($r \propto n^2$); ইলেকট্রন উপরের স্তরে ঘুরতে থাকে, নিচের স্তরে নেমে আসে এবং সঠিক রঙের (অথবা UV/IR-এর জন্য ধূসর) একটি ফোটন বেরিয়ে যায়; উভয় স্তরের জন্য r_n , v_n ও E_n এবং $\lambda = hc/\Delta E$ ।
- **শক্তিস্তর:** $E_n = -13.6/n^2$ eV শক্তিস্তরের সিঁড়ি, উত্তরণ তীর, ΔE , কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং এটি কোন সিরিজের অংশ তা সহ।
- **হাইড্রোজেন বর্ণালি:** লগারিদমিক তরঙ্গদৈর্ঘ্য অক্ষে লাইম্যান, বামার, প্যাশেন ও ব্র্যাকেট রেখা, দৃশ্যমান ব্যান্ড রঙিন করা, প্রথম পাঁচটি রেখার একটি টেবিল এবং সিরিজ সীমা; $1/\lambda = R(1/n_1^2 - 1/n_2^2)$ ।

নিউক্লিয়াস

- **আকার ও ঘনত্ব:** ^2H থেকে ^{238}U পর্যন্ত পনেরোটি নিউক্লাইড নিউক্লিয়ন গুচ্ছ হিসেবে আঁকা; $R = 1.2 A^{1/3}$ fm, R বনাম $A^{1/3}$ রেখা এবং সবার জন্য একই ঘনত্ব যা বেরিয়ে আসে।
- **ভর ত্রুটি ও বন্ধন শক্তি:** Z প্রোটন ও N নিউট্রন বিচ্ছিন্ন বনাম বদ্ধ নিউক্লিয়াস, বাস্তব পারমাণবিক ভর, Δm , $BE = \Delta m \times 931.5$ MeV এবং নিউক্লিয়ন প্রতি BE।
- **নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি:** প্রতিটি নিউক্লাইড চিহ্নিত করা রেখাচিত্র, আয়রন-৫৬ শীর্ষ, বাম দিকে ফিউশন তীর এবং ডান দিকে ফিশন তীর।

তেজস্ক্রিয়তা

- **ক্ষয় সূত্র ও অর্ধায়ু:** প্রতি সেকেন্ডে λ সম্ভাবনায় দৈবভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত ৪০০টি নিউক্লিয়াস, পাশে মসৃণ $N_0 e^{(-\lambda t)}$ রেখাচিত্র; অর্ধায়ু চিহ্ন $T_{1/2}$, $2T_{1/2}$, $3T_{1/2}$ এবং অবশিষ্ট ভগ্নাংশ।
- **α , β ও γ :** একটি উৎস থেকে তিনটি রশ্মি চৌম্বক ক্ষেত্রে (পৃষ্ঠার ভেতরে), তড়িৎ ক্ষেত্রে বা কোনো ক্ষেত্র ছাড়া — α একটু বাঁকে, β অনেক বেশি বিপরীত দিকে, γ মোটেই না — এবং কাগজ, ৫ মিমি অ্যালুমিনিয়াম ও ৫ সেমি সীসার মধ্য দিয়ে তাদের ভেদনক্ষমতা, ক্ষয় সমীকরণসহ।
- **সক্রিয়তা ও গড় জীবনকাল:** টেকনেশিয়াম-৯৯m থেকে ইউরেনিয়াম-২৩৮ পর্যন্ত আটটি আইসোটোপ এবং একটি নমুনার ভর; $N = (m/M)N_A$, $\lambda = 0.693/T_{1/2}$, $A = \lambda N$ বেকারেল ও কুরিতে, সক্রিয়তা রেখাচিত্র এবং $\tau = 1.44 T_{1/2}$ ।

ফিশন ও ফিউশন

- **নিউক্লিয়ার ফিশন:** একটি ধীর নিউট্রন গৃহীত হয়, $^{235}\text{U}^*$ লম্বা হয় এবং $\text{Ba} + \text{Kr}$ (বা $\text{Xe} + \text{Sr}$)-এ ভেঙে যায় ২-৩টি নিউট্রনসহ; ভর-ত্রুটি হিসাব থেকে নির্গত শক্তি এবং কয়লার সাথে তুলনা পাওয়া যায়।
- **চেইন বিক্রিয়া:** $k = 1, 2$ বা 3 -এর জন্য প্রজন্মের পর প্রজন্ম ফিশনের বৃক্ষ — $k = 1$ -এর জন্য স্থির (রিয়াক্টর, মডারেটর ও কন্ট্রোল রড সহ) এবং $k > 1$ -এর জন্য অনিয়ন্ত্রিত।
- **নিউক্লিয়ার ফিউশন:** তোমার সেট করা তাপমাত্রায় ডিউটেরিয়াম ও ট্রিটিয়াম এগিয়ে আসে; প্রায় 10^7 K -এর নিচে কুলম্ব বিকর্ষণ তাদের ফিরিয়ে দেয়, এর ওপরে তারা ফিউজ হয়ে $^4\text{He} + n$ তৈরি করে 17.6 MeV সহ; বিচ্ছেদের বিপরীতে শক্তির চিত্র এবং সূর্যের প্রোটন-প্রোটন বিক্রিয়া।

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স ল্যাব এইচএসসি ২য় পত্র · অধ্যায় ১০

এনার্জি ব্যান্ড থেকে লজিক গেট পর্যন্ত পাঁচটি বিষয়, শেখো ও অনুশীলন মোড এবং English / বাংলা সুইচ সহ।

ব্যান্ড ও ডোপিং

- **এনার্জি ব্যান্ড:** একটি পরিবাহী (উপরিপাতিত / আংশিক পূর্ণ ব্যান্ড), একটি সেমিকন্ডাক্টর ও একটি অন্তরক একই শক্তি স্কেলে আঁকা; সিলিকন, জার্মেনিয়াম, GaAs বা হীরা বেছে নাও, তাপমাত্রা সেট করো, এবং দেখো কীভাবে ইলেকট্রন কন্ডাকশন ব্যান্ডে দেখা দেয় ও হোল পেছনে থেকে যায়; দীর্ঘতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য hc/E_g যা তাদের উত্তেজিত করতে পারে।
- **ডোপিং:** সমযোজী বন্ধনসহ একটি 4×4 সিলিকন জালক; n-টাইপে বদলালে ফসফরাসের পঞ্চম ইলেকট্রনটি মুক্তভাবে ঘোরে, বা p-টাইপে বদলালে বোরনের অনুপস্থিত বন্ধন হোল হিসেবে ঘোরে; ডোনার ও অ্যাক্সেপ্টর স্তর পাশে দেখানো আছে।
- **চার্জ বাহক ও তাপমাত্রা:** একটি ধাতুর (বাড়তি) ও একটি সেমিকন্ডাক্টরের (কমতি) তাপমাত্রা বনাম রোধ, এবং তোমার সেট করা ডোনার ঘনত্বের জন্য ইলেকট্রন ও হোল ঘনত্ব, $n p = n_i^2$ সহ।

p-n জংশন

- **ডিফিউশন স্তর:** ইলেকট্রন ও হোল ছড়িয়ে পড়ে, পুনঃসংযুক্ত হয় ও স্থির আয়ন রেখে যায়; বিল্ট-ইন ক্ষেত্র, বিভব পতন এবং সিলিকন বা জার্মেনিয়ামের জন্য V_0 ।
- **ফরওয়ার্ড ও রিভার্স বায়াস:** ব্যাটারিসহ জংশন; $-6 V$ থেকে $+1 V$ পর্যন্ত কার্যকর ব্যারিয়ার, ডিফিউশন প্রস্থ ও প্রবাহ ডায়োড সমীকরণ অনুসরণ করে।
- **I-V বৈশিষ্ট্য:** নী ভোল্টেজ, ক্ষুদ্র রিভার্স স্যাচুরেশন প্রবাহ এবং $-5 V$ -এ ব্রেকডাউনসহ সম্পূর্ণ রেখাচিত্র; তার স্ট্যাটিক ও ডাইনামিক রোধসহ অপারেটিং বিন্দু।

রেকটিফায়ার

- **হাফ-ওয়েভ:** ধনাত্মক অর্ধ-চক্রে ডায়োড জ্বলে ওঠে; ইনপুট ও আউটপুট তরঙ্গরূপ ধীরগতিতে স্ক্রল করে; $V_{dc} = V_m/\pi$, $V_{rms} = V_m/2$, $PIV = V_m$ ।
- **ফুল-ওয়েভ:** দুই ডায়োডযুক্ত সেন্টার-ট্যাপ বর্তনী বা চার ডায়োডযুক্ত ব্রিজ, প্রতি অর্ধ-চক্রে কোন ডায়োড পরিচালনা করছে তা দেখানো; $V_{dc} = 2V_m/\pi$, $2f$ -এ রিপল, PIV ও দক্ষতা।
- **ক্যাপাসিটর ফিল্টার:** লোডের পাশে একটি রিজার্ভার ক্যাপাসিটর; C ও R_L সেট করে রিপল কমতে দেখো; অর্ধ-চক্রের সাথে RC -এর তুলনা এবং $V_{pp} \approx V_m/(2fRC)$ ।

ট্রানজিস্টর

- **গঠন ও ক্রিয়া:** এমিটার, बेस ও কালেক্টর ব্লক (n-p-n বা p-n-p) ফরওয়ার্ড ও রিভার্স বায়াস ব্যাটারিসহ; বাহক এমিটার থেকে কালেক্টরে প্রবাহিত হয়, পাতলা बेসে কয়েকটি হারিয়ে যায়; তোমার সেট করা बेস প্রবাহের জন্য $I_E = I_B + I_C$, α ও β ।
- **CE বৈশিষ্ট্য:** $I_B = 20-100 \mu A$ -এর জন্য I_C - V_{CE} রেখাচিত্রের পরিবার, দুটি স্লাইডার দিয়ে তুমি সরাতে পারো এমন Q বিন্দু, এবং কাট-অফ, স্যাচুরেশন ও অ্যাক্টিভ অঞ্চল।
- **CE পরিবর্তক:** একক-স্তর বর্তনী, ছোট ইনপুট ও বড় বিপরীত আউটপুট, $gain \approx R_C/r_e$, এবং বায়াস বিন্দুর জন্য সংকেত অতিরিক্ত বড় হলে ক্লিপিং।

লজিক গেট

- মৌলিক গেটগুলো: AND, OR, NOT, NAND, NOR ও XOR তাদের প্রকৃত প্রতীক সহ; A ও B-তে ক্লিক করো, আউটপুট বাতি ও হাইলাইট করা সত্যক সারণির সারি সাড়া দেয়, বুলিয়ান রাশি সহ, গেটটি কী দিয়ে তৈরি এবং এটি কী কাজে ব্যবহৃত হয় তা সহ।
- সর্বজনীন **NAND**: বাঁধা ইনপুটসহ একটি NAND থেকে NOT, দুটি NAND থেকে AND, তিনটি থেকে OR (ডি মরগান), এবং $XOR + AND$ থেকে SUM ও CARRY-সহ একটি হাফ অ্যাডার।
- বাইনারি সংখ্যা: ০-২৫৫ স্লাইড করো এবং দেখো ৮টি বিট তাদের স্থানীয় মান সহ জ্বলে ওঠে, যোগফল, বাইনারি, অক্টাল ও হেক্সাডেসিমাল রূপ এবং পুনরাবৃত্তি ভাগের পদ্ধতি।

ক্লাসে ব্যবহার

1. আগে অনুমান করো। স্লাইডার সরানোর আগে জিজ্ঞেস করো: "কী হবে যদি...?" তারপর দেখাও।
2. প্রতি স্ক্রিনে একটি ধারণা। প্রথমে সাধারণ স্ক্রিনগুলো ব্যবহার করো; "সব একসঙ্গে" রিভিশনের জন্য রেখে দাও।
3. পরিচ্ছন্ন দৃশ্যে প্রজেক্ট করো। **Ctrl** + **+** দিয়ে ব্রাউজার জুম করো যাতে পেছনের সারি সংখ্যাগুলো পড়তে পারে।
4. মুহূর্তটি স্থির করো। থামাও ও ধাপ ব্যবহার করে গুরুত্বপূর্ণ মুহূর্তে থামো (একটি প্রক্ষেপণ পথের চূড়া, নদীর মাঝে একটি নৌকা)।
5. হোমওয়ার্ক। ল্যাবের লিংক পাঠাও এবং শিক্ষার্থীদের অনুশীলন মোডে একটি স্কোর করে তোমাকে স্ক্রিনশট পাঠাতে বলো।

সাইটটি অনলাইনে প্রকাশ করা (Netlify)

1. **science-platform-physics-simulations.zip** আনজিপ করো। তুমি একই নামের একটি ফোল্ডার পাবে, ভেতরে `index.html` সহ।
2. **app.netlify.com**-এ সাইন ইন করো। একটি নতুন সাইট/প্রজেক্ট যুক্ত করো এবং **deploy manually** বেছে নাও, তারপর পুরো ফোল্ডারটি আপলোড এলাকায় টেনে আনো।
3. শেষ হলে প্রজেক্ট সেটিংস খোলো এবং সাইটের নাম বদলে **science-platform-physics-simulations** করো। ঠিকানাটি হবে `science-platform-physics-simulations.netlify.app`, যদি নামটি খালি থাকে।
4. পরে আপডেট করতে, সাইটের **Deploys** পেজ খোলো এবং নতুন ফোল্ডারটি তার ওপর টেনে আনো। ঠিকানা অপরিবর্তিত থাকে।

টিপ | Netlify-এর স্ক্রিন সময়ে সময়ে বদলায়; কোনো বাটনের নাম একটু ভিন্ন হলে "Deploy manually" বা "drag and drop" খোঁজো।

সমস্যা সমাধান

সমস্যা	সমাধান
স্টেজ ফাঁকা বা স্থির	পেজটি রিলোড করো। একটি আপ-টু-ডেট ব্রাউজার ব্যবহার করো।
লেখা একটু ভিন্ন দেখাচ্ছে	বিশেষ ফন্টগুলো ইন্টারনেট থেকে লোড হয়; এটি না থাকলে পেজটি ডিভাইসের নিজস্ব ফন্ট ব্যবহার করে। সবকিছু ঠিকভাবেই কাজ করে।
কন্ট্রোল লুকানো	তুমি পরিচ্ছন্ন দৃশ্যে আছো। Esc চাপো।
উত্তর ভুল দেখাচ্ছে কিন্তু কাছাকাছি	একক পরীক্ষা করো (nm বনাম m, pm, eV) এবং সমস্যায় দেওয়া ধ্রুবকগুলো ব্যবহার করো। উত্তরগুলো ছোট একটি সীমার মধ্যে গ্রহণ করা হয়।
প্রজেক্টরে পেজ খুব ছোট	ব্রাউজার জুম করো (Ctrl + +) বা পরিচ্ছন্ন দৃশ্য ব্যবহার করো।

সাইল প্ল্যাটফর্ম। ব্যবহৃত ধ্রুবক: $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.