মাধ্যমিক বিজ্ঞান

মানস মডেল গঠন :দশম শ্রেণিতে কার্বন এবং এর যৌগগুলি পড়ানো

Building mental models: teaching carbon and its compounds to Class X

ভারতে বিদ্যালয় ভিত্তিক সহায়তার ভিত্তিতে শিক্ষকের জন্য শিক্ষা

www.TESS-India.edu.in

http://creativecommons.org/licenses/

TESS-ইন্ডিয়া (টিচার এডুকেশন থ্রু স্কুল বেসড সাপোর্ট)-এর লক্ষ্য হল শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক, অংশগ্রহণমূলক পদক্ষেপের উন্নতিতে শিক্ষকদের সহায়তা করার জন্য ওপেন এডুকেশনাল রিসোর্সেস (OERs)-এর সম্পদগুলির মাধ্যমে ভারতের প্রাথমিক এবং মাধ্যমিক শিক্ষকদের শ্রেণিকক্ষের রীতিগুলিকে উন্নত করা। TESS-ইন্ডিয়া OERs শিক্ষকদের স্কুলের পাঠ্যবইয়ের সহায়িকা প্রদান করে। এগুলি শিক্ষকদেরকে তাঁদের শিক্ষার্থীদের সঙ্গে শ্রেণিকক্ষে পরখ করে দেখার জন্য অ্যাক্টিভিটি প্রদান করে, আর একই সঙ্গে কিছু কেস স্টাডি প্রদান করে যেগুলি দেখায় যে অন্য শিক্ষকরা কীভাবে বিষয়টি পড়িয়েছেন এবং সম্পদগুলির মধ্যে যোগসূত্র স্থাপন করেছে যাতে শিক্ষকদেরকে তাঁদের পাঠের পরিকল্পনা ও বিষয়জ্ঞানকে উন্নত করতে সাহায্য করা যায়।

ভারতীয় পাঠ্যক্রম এবং প্রসঙ্গগুলির জন্য TESS-ইন্ডিয়া OERs সহযোগীতামূলক ভাবে ভারতীয় এবং আন্তর্জাতিক লেখকদের দ্বারা লেখা হয়েছে এবং এটি অনলাইনে এবং ছাপার ব্যবহারের জন্য উপলব্ধ আছে (http://www.tess-india.edu.in/) । OERs অনেক সংস্করণে পাওয়া যায়, এগুলি ভারতের প্রত্যেক অংশগ্রহণকারী রাজ্যের জন্য উপযুক্ত এবং স্থানীয় প্রয়োজনীয়তা এবং প্রসঙ্গ পূরণ করতে OERsকে ব্যবহারকারীদের গ্রহণ এবং স্থানীয় ভাষায় অনুবাদ করতে আমন্ত্রণ করা হয়।

TESS-ইন্ডিয়া দি ওপেন ইউনির্ভাসিটি UK দ্বারা পরিচালিত এবং UK সরকার আর্থিক বিনিয়োগ করেছে।

ভিডিও সম্পদসমূহ

এই ইউনিটে কিছু কার্যক্রমের সঙ্গে নিম্নলিখিত আইকনগুলি আছে: *। এর অর্থ হল যে নির্দিষ্ট শিক্ষাদান সংক্রান্ত থিমের জন্য TESS-ইন্ডিয়া ভিডিও সম্পদসমূহ দেখা আপনার পক্ষে সহায়ক হবে।*

TESS-ইন্ডিয়া ভিডিও সম্পদসমূহ ভারতের ক্লাসঘরের বিবিধ প্রকারের পরিপ্রেক্ষিতে মূল শিক্ষাদানসংক্রান্ত কৌশলগুলি চিত্রিত করে। আমরা আশা করি সেগুলি আপনাকে অনুরূপ চর্চা নিয়ে পরীক্ষা করতে সাহায্য করবে। সেগুলির উদ্দেশ্য হল পাঠ্যভিত্তিক ইউনিটের মাধ্যমে আপনার কাজের অভিজ্ঞতা বাড়ানো ও পরিপূর্ণ করা, কিন্তু আপনি যদি সেগুলি পেতে অসমর্থ হন, সেই ক্ষেত্রে এগুলি অপরিহার্য নয়।

TESS-ইন্ডিয়া ভিডিও সম্পদগুলি অনলাইনে দেখা যায় বা TESS-ইন্ডিয়া ওয়েবসাইট, (http://www.tess-india.edu.in/) থেকে ডাউনলোড করা যায়। অন্যথায় আপনি একটি সিডি বা মেমরি কার্ডে ভিডিওগুলি পেতে পারেন।

সংস্করণ .0 SS12v1
West Bengal
তৃতীয় পক্ষের উপাদানগুলি বাদ অন্যথায় বর্ণিত না হলে এই সামগ্রীটি একটি ক্রিয়েটিভ কমনস অ্যাট্রিবিউশন শেয়ারঅ্যালাইক লাইসেন্সের অধীনে উপলব্ধ: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/

TESS-India is led by The Open University UK and funded by UK aid from the UK government

এই ইউনিটের বিষয়বস্তু

মাঝে মাঝে বিজ্ঞানকে 'কঠিন' বিষয় বলে বর্ণনা করা হয়ে থাকে। মাধ্যমিক স্কুলের শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন পরীক্ষায় বিজ্ঞানে সাফল্য পাওয়া নির্ভর করে বিমূর্ত ধারণা এবং মডেলগুলিকে ব্যবহার করতে পারার পাশাপাশি সংখ্যার ব্যবহার করা, অক্ষর জ্ঞানসম্পন্ন হওয়া এবং এক গুচ্ছ বাস্তব তথ্য মনে রাখতে সক্ষম হতে পারার উপরে। শিক্ষক/শিক্ষিকারা তাদের সুগঠিত অভিজ্ঞতা দিয়ে শিক্ষার্থীদের বোধ গড়ে তুলতে সাহায্য করেন, যা শিক্ষার্থীদের ক্রমাগত বেশি জটিল মানসিক মডেলগুলিকে মূর্ত থেকে বিমূর্ত ধারনার দিকে বিকশিত করতে সাহায্য করে।

কোন একটি বিষয় উপস্থাপন করতে বাস্তব মডেলগুলি বাস্তব জিনিস ব্যবহার করে। মানস মডেলগুলিও বিষয় ও বিভিন্ন প্রক্রিয়াকে উপস্থাপন করে। কিন্তু সেগুলি সাধারণত বাস্তব মডেলগুলির তুলনায় আরো বেশি বিমূর্ত হয়। সেগুলি মূর্ত না হয়ে বরং পরিকল্পনা ভিত্তিক হয় আর প্রায়ই বিভিন্ন চিত্র ও সমীকরণসমূহ ব্যবহার করে। ক্লাস X এর পাঠ্যবইয়ে 'কার্বন এবং এর যৌগসমূহ' নামক অধ্যায়ে, আণবিক গঠন উপস্থাপন করার নানারকমের উপায়গুলির সঙ্গে শিক্ষার্থীদের পরিচিত করানো হয়। শিক্ষার্থীদেরকে যদি বিষয়বস্তুটি অনুধাবন করতে দক্ষ হয়ে উঠতে হয়, তাহলে আণবিক গঠনের মানস মডেলগুলিকে তাদের কার্যকরভাবে ব্যবহার করা প্রয়োজন। সমস্ত মডেলগুলির নিজস্ব কিছু কার্যকারিতা ও সীমাবদ্ধতা থাকে, এবং শিক্ষার্থীদেরকে তাঁরা যে মডেলগুলির ব্যবহার করে তার কার্যকারিতা ও সীমাবদ্ধতা বিষয়ে সচেতন থাকা দরকার।

এই ইউনিটে আমাদের লক্ষ্য হবে আপনার শিক্ষার্থীদেরকে কার্বন এবং এর যৌগসমূহের পরিপ্রেক্ষিতে মানস মডেলগুলি তৈরি করতে সাহায্য করা। মানস মডেল তৈরি করা বিষয়ে আপনি যা শেখেন সেগুলি অন্যান্য বিষয়গুলির ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য হবে।

এই ইউনিট থেকে আপনি কী কী শিখতে পারেন

- কার্বন রসায়নের কিছু কিছু বিষয় যেগুলিকে শিক্ষার্থীদের কাছে প্রায়ই সমস্যাযুক্ত বলে মনে হয়।
- কার্বনের যৌগগুলির বিষয়ে শিখবার জন্য মানস মডেল তৈরি করা কতটা গুরুত্বপূর্ণ।
- কার্বন ও তার যৌগগুলির বিষয়ে পড়ানোর সময় মানস মডেলগুলির গঠনে সাহায্য করতে আপনি কীভাবে বাস্তব মডেলগুলিকে ব্যবহার করতে পারেন।

কেন এই দৃষ্টিভঙ্গীটি গুরুত্বপূর্ণ

কার্বনের যৌগগুলি নিয়ে পড়াশোনা করা অনেক শিক্ষার্থীদের কাছেই সমস্যার বলে মনে হয়। অনেক নতুন নতুন পরিভাষা শেখার আছে, এবং সাফল্য নির্ভর করে যৌগগুলির ধর্মের সঙ্গে তাদের আণবিক গঠনের সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করার সক্ষমতার উপরে। শিক্ষার্থীদেরকে রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলি প্রকাশ করার জন্য শিক্ষার্থীদের মানস মডেলগুলোকে মনে রাখতে এবং কাজে লাগাতে হয় এবং ওদেরকে বিক্রিয়ক পদার্থগুলির আণবিক গঠনের কথা ভাবতে হয়।

বিজ্ঞানের বাকি বিষয়গুলোর মতোই, শিক্ষার্থীরা যখন কার্বন ও তার যৌগগুলির বিষয়ে শেখে তখন তাদের পূর্ব জ্ঞান ও বাস্তব অভিজ্ঞতার থেকেই শুরু করতে হয়। ওদেরকে ক্রমবর্ধমান বিমূর্ত ধারণাগুলো বিকাশে সহযোগিতা করা প্রয়োজন – এই ইউনিটের অ্যাক্টিভিটি ও কেস স্টাডিগুলো আপনাকে সেই সহযোগিতা করতে সাহায্য করবে। শুরুতে, আপনি আপনার শিক্ষার্থীদেরকে কিছু ত্রিমাত্রিক আণবিক মডেল দেখাতে পারেন, কিন্তু তবুও ওদেরকে বাস্তব ত্রিমাত্রিক আণবিক গঠন এবং দ্বিমাত্রিক চিত্রের মধ্যে যোগাযোগটাকে বুঝতে হবে যা সেই একই গঠনকেই উপস্থাপিত করে। শিক্ষার্থীদের এইসব চিত্রের প্রচলিত ধারণা জানতে হবে, আবার যা চিত্রের মধ্যে দেখানো হয় না, অথচ এই রসায়নের ধারণা গড়ে তোলার জন্য প্রাসঙ্গিক, তাও মনে রাখতে হবে ।

1 কার্বনের যৌগগুলিকে উপস্থাপন করার জন্য বিভিন্ন ধরনের মডেলের ব্যবহার

শিক্ষার্থীরা যখন কার্বনের যৌগগুলিকে উপস্থাপিত করার জন্য ইলেকট্রন বিন্দু গঠণ ব্যবহার করতে শেখে, এইসব চিত্রগুলি যেকোনো একটি আনবিক সংকেত (যেমন CH_4 বা C_2H_6) কে তার মধ্যে থাকা সমযোজী বন্ধনের সংখ্যার তথা প্রতিটি পরমানুর যোজ্যতা ইলেকট্রনের সংখ্যার সঙ্গে সম্পর্ক স্থাপন করে।

একবার এই ধারণাটি প্রতিষ্ঠিত হয়ে গেলে, সরলতম অণুগুলো ছাড়া ইলেকট্রন বিন্দু গঠণগুলো আর কোন কিছুকে প্রতিষ্ঠিত করার পক্ষে সুবিধাজনক উপায় হয় না। কারণ প্রচুর সংখ্যক বৃত্ত ও বিন্দুগুলি দৃষ্টি বিভ্রমের কারণ হতে পারে। এটা আবারও কাজে লাগবে যখন শিক্ষার্থীদেরকে বিক্রিয়া সম্পর্কিত কৌশলগুলি শিখতে হবে। এখানে আপাতত মডেলটির উদ্দেশ্য সাধিত হয়েছে, কারণ শিক্ষার্থীরা আণবিক কাঠামোর চিত্রগুলোতে প্রতিটা সমযোজী বন্ধনকে একটামাত্র রেখা বা দাগ দিয়ে উপস্থাপন করতে শুরু করে।

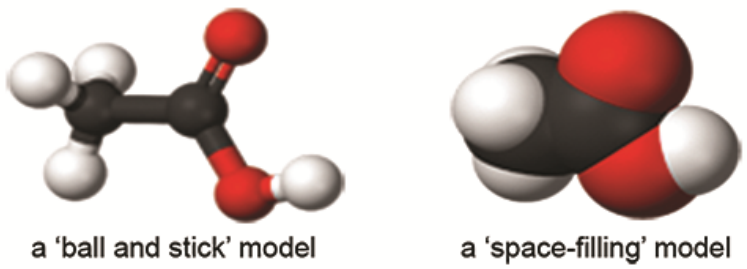
উভয় মডেলই কোন একটি অণুর মধ্যে থাকা বন্ধনগুলির সংখ্যাকে চিহ্নিত করে, কিন্তু তা অণুগুলোর সত্যিকারের আকার নিয়ে কোন তথ্য জানায় না বা অণুগুলোর সেই অংশগুলোকে দেখাতে পারে না যেগুলো একে অপরের তুলনায় ঘুরতে সক্ষম হয়। শিক্ষার্থীরা আগেই শিখেছে যে গ্যাসীয় পদার্থের কণাগুলো একে অপরের সাপেক্ষে দ্রুতবেগে ঘোরে, কিন্তু তারা এখানে অণুগুলোকে দ্রুতবেগে ঘুর্ণনশীল সরল গোলক হিসাবেই বিবেচনা করেছে। যারা পরবর্তী কালে রসায়ন নিয়ে আরও পড়াশোনা করবে, তারা অবলোহিত রশ্মির বর্ণালীর (ইনফ্রা-রেড স্পেক্ট্রোস্কোপি) সম্পর্কে শিখবে এবং তখন অণুর মধ্যেকার নির্দিষ্ট বন্ধনগুলির চারপাশে হতে থাকা ঘূর্ণন ও কম্পনের সঙ্গে বর্ণালীগত বৈশিষ্ট্যগুলিকে সম্পর্কিত করতে শিখবে। ক্লাস X -এর শিক্ষার্থীরা এখনও তাদের মানস মডেলগুলো ব্যবহার করে চলেছে, তবে, প্রথম ধাপ হিসাবে ওদের এটা বোঝা দরকার যে, ওরা যে চিত্রগুলোর ব্যবহার করে চলেছে সেগুলো আসলে ত্রিমাত্রিক আণবিক গঠনগুলোর দ্বিমাত্রিক উপস্থাপনা।

শিক্ষার্থীদের পক্ষে কার্বনের বিভিন্ন যৌগ বিষয়ে শেখার অন্যতম সমস্যা হল ওরা কখনো কখনো কোন একটা গঠনের চিত্রকে অত্যন্ত আক্ষরিক ভাবেই বোঝে করে। উদাহরণস্বরূপ, যখন ওদেরকে কোন একটা প্রদত্ত সংকেতের ক্ষেত্রে গঠনগত সমাবয়বগুলোকে নির্ণয় করতে বলা হয়, অনেক শিক্ষার্থী এটা বুঝতে পারে না যে ওরা যেসব গঠনগত রূপ এঁকেছে সেগুলি আসলে পরস্পর সমতুল্য। একবার যদি শিক্ষার্থীরা কোন অণুর ব্যবহারিক মডেল দেখে এবং এটিকে ঘোরানোর প্রভাবটি দেখতে পায় তাহলে এটা করতে পারা অনেক সহজ হয়ে যায়।

[আপনার যদি কম্পিউটার ব্যবহার করার উপায় থাকে যা শিক্ষার্থীদেরকে আণবিক গঠন তৈরি করার এবং সেগুলি যে ঘুরছে সেটা দেখার মতো সুযোগ দেয়, তাহলে এটা খুব সহায়ক হতে পারে।]

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- কোন্ ধরনের আনবিক মডেল বা আনবিক মডেল তৈরির সরঞ্জাম আপনার কাছে মজুত আছে? এগুলো কি ‘গোলক ও দণ্ড (বল অ্যান্ড স্টিক)’ মডেল নাকি ‘শূন্যস্থান-পূরণ করা (স্পেস-ফিলিং)’ মডেল (চিত্র 1)?
- আপনি সরঞ্জাম দিয়ে কোন আণবিক মডেলগুলো নির্মাণ করেছেন?
- আপনার যদি কোন আণবিক মডেল তৈরির সরঞ্জাম না থেকে থাকে, তাহলে বিকল্প হিসাবে আপনি কী ব্যবহার করতে পারেন?



চিত্র 1 'গোলক ও দণ্ড' এবং 'শূন্যস্থান-পূরণ করা' আণবিক মডেল তৈরির সরঞ্জামসমূহ

কেস স্টাডি 1: চিত্রগুলির সঙ্গে আণবিক মডেলগুলির তুলনা করা

শ্রী তাপস ভট্টাচার্য্য কিছু আণবিক মডেল তৈরি করেছেন এবং সেগুলির গঠনগুলিকে চিত্রের সঙ্গে তুলনা করেছেন।

আমি কার্যকরী মূলকগুলির বিষয়ে শেখাতে চাইছিলাম, এবং অতীতের অভিজ্ঞতা থেকে আমি জানতাম যে আমি যদি কেবল গঠনগত চিত্র আঁকার উপরেই নির্ভর করতাম তাহলে আমার শিক্ষার্থীদের অনেকের কাছেই কিছু নির্দিষ্ট প্রতিস্থাপনের অবস্থানগুলি যে একই রকমের সেটা দেখে বুঝতে অসুবিধা হত। আমি সিদ্ধান্ত নিয়েছিলাম যে আমার শিক্ষার্থীরা যেটা ইতিমধ্যেই জানে সেই অ্যালকেনগুলির বিষয়ে ধারণা লাভে ওদেরকে সাহায্য করতে আণবিক মডেলগুলি ব্যবহার করব যাতে ওরা কার্যকরী মূলকগুলির বিষয়ে শেখার জন্য তৈরি হতে পারে। একই সঙ্গে আমি শিক্ষার্থীদের বোঝাতে চেয়েছিলাম যে পাঠ্যবইয়ের চিত্রগুলি হল কোন অণুর গঠনকে উপস্থাপন করার কেবলমাত্র একটা উপায়। ব্যবহারিক মডেল ব্যবহার করলে সেটা ওদেরকে চিত্রগুলি ব্যবহার করার কিছু কিছু সীমাবদ্ধতা দূর করতে সাহায্য করবে।

পড়ানো শুরু করার আগে, আমি একটা মিথেন এবং একটা হেক্সেন অণুর মডেল গঠন করেছিলাম। আমি হেক্সেন অণুটিকে ওদের নজরের বাইরে রেখেছিলাম এবং আমার ক্লাসকে একটা মিথেন অণুর মডেল দেখিয়ে পড়ানো শুরু করেছিলাম। আমি ওদের বলেছিলাম যে এটা হল মিথেনের আণবিক মডেল এবং ওদেরকে জিজ্ঞেস করেছিলাম যে এটাতে ওরা কী কী লক্ষ করতে পারছে। ওরা আমাকে বলেছিল যে ওরা চারটে সাদা বলকে প্লাস্টিকের দণ্ড দিয়ে একটা কালো বলের সঙ্গে সংযুক্ত থাকতে দেখছে। ওরা বলেছিল যে চারটে সাদা বল অবশ্যই হাইড্রোজেন পরমাণু হবে, কালো বলটা নিশ্চয়ই একটা কার্বন পরমাণু এবং দণ্ডগুলি অবশ্যই বন্ধন হয়ে থাকবে, চিত্রগুলিতে রেখাগুলি দিয়ে যেমন দেখানো হয়েছে।

এরপর, আমি ওদের সবাইকে বলেছিলাম যেন নিচের ছকটি (সারণি – I) দেখতে এবং জানতে চেয়েছিলাম, 'তোমরা টেবিলে (মডেলটা দেখতে পাচ্ছো তার সঙ্গে কী পার্থক্য আছে?' কেউ কোন উত্তর দিল না। আমি বলেছিলাম, 'কোণগুলির দিকে তাকাও'। 'তোমরা কি কোন সমকোণ দেখতে পাচ্ছ? অণুটা কি সমতল?' এখন ওরা জানতে পারল যে কী দেখতে বলা হয়েছে, ওরা অবশ্যই দেখতে পেল যে মডেলটা সমতল না, বরং সবগুলি হাইড্রোজেন পরমাণু দিয়ে একটা চতুস্তলক (টেট্রাহেড্রন) গঠন করেছে যেখানে সমস্ত হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি একে অপরের থেকে যথাসম্ভব দূরে অবস্থান করছে।

সারণি - I: কার্বন এবং হাইড্রোজেন গঠিত সম্পৃক্ত যৌগের সংকেত এবং গঠন

C পরমাণুর সংখ্যা	নাম	সংকেত	গঠন
1	Methane (মিথেন)	CH_4	H | H-C-H | H

2	Ethane (ইথেন)	C_2H_6	H H | | H-C-C-H | | H H
3	Propane (প্রোপেন)	C_3H_8	H H H | | | H-C-C-C-H | | | H H H
4	Butane (বিউটেন)	C_4H_{10}	H H H H | | | | H-C-C-C-C-H | | | | H H H H
5	Pentane (পেন্টেন)	C_5H_{12}	H H H H H | | | | | H-C-C-C-C-C-H | | | | | H H H H H
6	Hexane(হেক্সেন)	C_6H_{14}	H H H H H H | | | | | | H-C-C-C-C-C-C-H | | | | | | H H H H H H

আমি আরেকটা মডেল বের করেছিলাম যেটা আমি পড়ানো শুরু করার আগেই তৈরি করেছিলাম। আমি আমার শিক্ষার্থীদের মধ্যে একজনকে বলেছিলাম, ‘কতগুলি কার্বন পরমাণু আর কতগুলি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে সেটা গোনো, তারপর বাকি ক্লাসকে সেটা বলো।’ এরপর আমি জিজ্ঞেস করেছিলাম এটা কী হতে পারে বলে ওরা মনে করছে। ওরা বলেছিল যে এটা হেক্সেন, কারণ সেটাতে ছয়টা কার্বন পরমাণু ছিল।

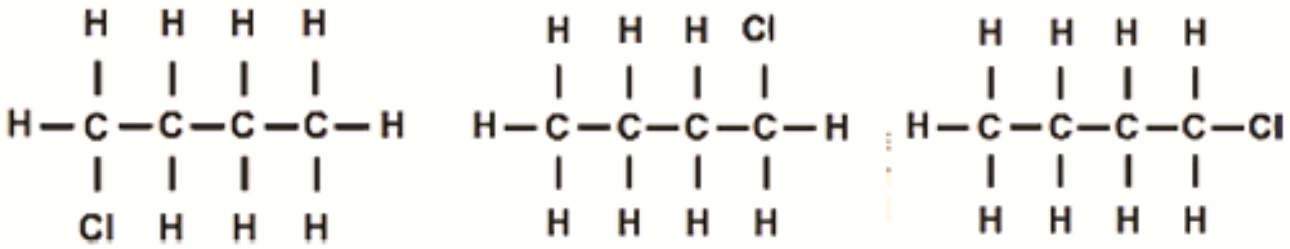
আমরা আবারও দুটো মডেলের দিকে দেখেছিলাম এবং ছকের মধ্যে থাকা চিত্রগুলির সঙ্গে এগুলির তুলনা করেছিলাম। এবার, আমার শিক্ষার্থীরা আমাকে বলতে চাইছিল যে এইসব আণবিক মডেলগুলি অবশ্যই সমতল ছিল না, এবং আসলে দেখতে খানিকটা বাঁকাটেরা মনে হচ্ছিল। অণুটার ‘মেরুদণ্ড’ সোজা ছিল না; প্রত্যেকটা কার্বন পরমাণু চারদিকে ঘুরতে পারত, তাই হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি এবং ওদের বন্ধনগুলিকে কোন নৌকা বা প্লেনের প্রপেলারের মতো মনে হচ্ছিল।

আমি মিথেনের মডেলটা একজন শিক্ষার্থীকে দিয়েছিলাম এবং তাকে বলেছিলাম যেন সে ওটাকে বিউটেন অণুতে পরিণত করে। পাশাপাশি, আমি হেক্সেনের মডেলটা আরেকজন শিক্ষার্থীর কাছে দিয়েছিলাম এবং ওকে সেটা আরেকটা বিউটেন অণুর মডেলে পরিণত করতে বলেছিলাম।

এভাবে আমার কাছে দুটো সদৃশ বিউটেনের অণু এল। আমি ব্যাখ্যা করেছিলাম যে হাইড্রোজেনের পরমাণুগুলির একটিকে ক্লোরিন পরমাণু দিয়ে প্রতিস্থাপিত করে নতুন রকমের কার্বন যৌগ তৈরি করা সম্ভব এবং আমরা মডেলগুলোতে ক্লোরিন পরমাণুকে একটা সবুজ বল দিয়ে উপস্থাপিত করব যার একটা সংযোগ বিন্দু আছে। আমি দুইজন শিক্ষার্থীকে একটা ‘বিউটেন অণু’ এবং একটা ‘ক্লোরিন পরমাণু’ দিলাম এবং তাঁদেরকে বলেছিলাম যেন তারা একটা নতুন অণু তৈরি করে দেয়।

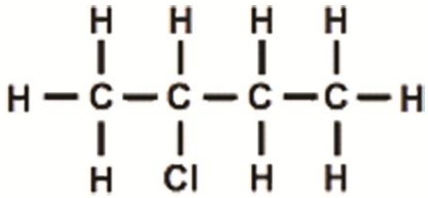
উভয় শিক্ষার্থী অণুটির এক প্রান্ত থেকে একটা হাইড্রোজেন পরমাণুকে প্রতিস্থাপিত করেছিল। আমি উভয় মডেলকে উপরের দিকে তুলে ধরেছিলাম যাতে সবাই দেখতে পায় ‘এগুলি কি একই রকমের, নাকি আলাদা?’ আমার কৌতূহলী প্রশ্ন। যেহেতু একটা হাইড্রোজেন অপর হাইড্রোজেনের উলটো দিকে আছে বলে মনে হয়েছিল, প্রত্যেকেই ভেবেছিল যে সেগুলি অবশ্যই আলাদা, কিন্তু আমি যখন অণুগুলিকে

ওদের ‘মেরুদণ্ড’-র চারদিকে ঘুরিয়েছিলাম, তারপর এক প্রান্তকে অপর প্রান্তের দিকে করলাম এবং তারপর অণুগুলির প্রান্তগুলিকে আবার ঘুরিয়েছিলাম, ওরা দেখতে পেয়েছিল যে অণুগুলি আসলে একই। আমি গঠনটার তিনটি ছবি এঁকেছিলাম যেগুলি দেখতে আলাদা মনে হলেও আসলে একই আণবিক গঠনকে উপস্থাপিত করেছিল [চিত্র 2]।



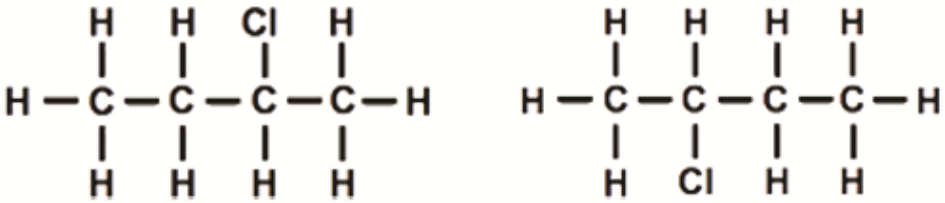
চিত্র 2 একই আণবিক গঠনের তিন ধরনের উপস্থাপনা

আমি আমার শিক্ষার্থীদেরকে জিজ্ঞেস করেছিলাম যে আমি কীভাবে একটি অণুকে অপরটির থেকে আলাদা করে তৈরি করতে পারি। কিছুক্ষণ ভাববার পর, একজন প্রস্তাব দিয়েছিল যে কার্বন শৃঙ্খলের মাঝের কোন কার্বনের সঙ্গে সংযুক্ত একটা হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করতে পারলে সেটা একটা আলাদা অণু তৈরি করবে। আমি গঠনটার একটা চিত্র এঁকেছিলাম [চিত্র 3]।



চিত্র 3 চিত্র 1 এর আণবিক গঠনটির এক বিকল্প ধরনের উপস্থাপনা

এরপর একজন শিক্ষার্থী প্রস্তাব দিয়েছিল যে আমরা একটা ক্লোরিন পরমাণুকে আরেকটা কার্বন পরমাণুর জায়গায় নিয়ে যেতে পারি। আমরা সেটা চেষ্টা করেছিলাম, এবং এটা অবশ্যই আলাদা হয়েছিল। অপর মডেল ব্যবহার করে এবং ক্লোরিন পরমাণুকে এমন ভাবে সরিয়ে নিয়ে যেন সেটা মাঝের কার্বন পরমাণুগুলির মধ্যে একটিতে সংযুক্ত হয়, আমরা এটাও প্রতিষ্ঠিত করতে পেরেছিলাম যে মাঝের কার্বনগুলিকে আলাদা করে চিনতে পারা অসম্ভব হবে যদি মডেলটাকে ঘোরানো হয়, যদিও চিত্রটা দেখতে আলাদা রকমের মনে হতে পারে [চিত্র 4]।



চিত্র 4 চিত্র 3 এর আণবিক গঠনের একটি বিকল্প ধরনের উপস্থাপনা

যদিও আমার একটা মাত্র মডেল তৈরির সরঞ্জাম ছিল, আমি মনে করি যে সেটিকে শিক্ষার্থীদের সঙ্গে ব্যবহার করার ফলে সেটা তাদের ব্যবহারিক মডেল এবং বইয়ের চিত্রের মধ্যেকার সম্পর্ক বুঝতে সাহায্য করেছিল। এখন যেহেতু আমি আমার পাঠে মডেলগুলি ব্যবহার করেছি, আমি চাইলে আমার শিক্ষার্থীদেরকে বিভিন্ন দলে ভাগ করে নিতে পারি এবং প্রত্যেক দলকে ক্রমান্বয়ে একবার করে মডেল তৈরির সরঞ্জাম দিয়ে আণবিক গঠন নির্মাণ করতে দিতে পারি।

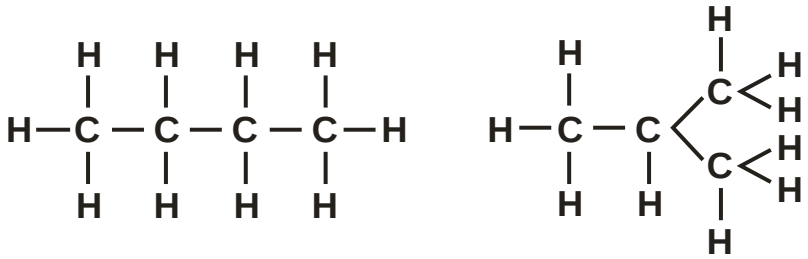
অ্যাক্টিভিটি 1: মডেলগুলি তৈরি করা

এই অ্যাক্টিভিটিটি (activity) আপনাকে আপনার পরিকল্পনা করতে এবং ক্লাসের মধ্যে শিক্ষা দান করতে সাহায্য করবে।

এই অ্যাক্টিভিটিটি করার জন্য আপনার একটা আণবিক মডেল তৈরির সরঞ্জাম দরকার হবে (হয় একটা 'বল ও দণ্ড' ধরনের বা একটা 'শূন্যস্থান-পূরণ করা' ধরনের)। বিকল্প হিসাবে, আপনি দাঁত খোঁচানোর কাঠি এবং মডেল তৈরির মাটি দিয়ে বন্ধন এবং পরমাণুগুলিকে উপস্থাপন করতে পারেন।

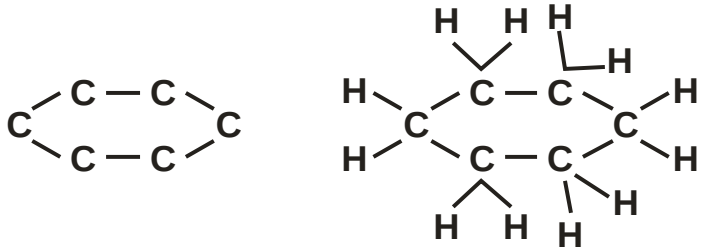
চিত্র 5,6 এবং 7 দেখুন

চিত্র 5 দুটি সম্ভাব্য কার্বন কঙ্কাল



চিত্র 6 C_4H_{10}এর দুটি সম্পূর্ণ আণবিক গঠন

- প্রথমে কাঠামোটি দেখিয়ে দিলে সেটা শিক্ষার্থীদের কীভাবে অণুগুলির গঠন হয় তা বুঝতে সাহায্য করে?
- আপনার শিক্ষার্থীদের সঙ্গে এইসব চিত্রের বিষয়ে আলোচনা করার জন্য কোন বৈশিষ্ট্যগুলির দিকে আপনি তাঁদের দৃষ্টি আকর্ষণ করবেন?
- চিত্রগুলি থেকে শাখা-প্রশাখাযুক্ত কাঠামোর সম্পর্কে কী জানা যায়?



চিত্র 7 সাইক্লোহেক্সেনের কঙ্কাল গঠন এবং সম্পূর্ণ গঠন

এখন চিত্র 5, 6 এবং 7-এ প্রদর্শিত প্রত্যেক কাঠামোর মডেল তৈরি করুন। পাঠ্যবইয়ের চিত্রগুলির সঙ্গে এই সব মডেলগুলির তুলনা করুন।

- এরা কোন্ দৃষ্টিকোণ থেকে একই রকমের?
- এরা কোন্ দৃষ্টিকোণ থেকে আলাদা রকমের?
- দি আপনাকে এগুলি আপনার ক্লাসে দেখাতে হত তাহলে এইসব মডেলগুলির কোন্ বৈশিষ্ট্যের প্রতি আপনি দৃষ্টি আকর্ষণ করবেন? আপনি এটা কীভাবে করবেন?

2 মানসিক মডেলগুলি ব্যবহার করে সাধারণীকরণ এবং অনুমান করা

কার্বন রসায়নের আশ্চর্যজনক বিষয়গুলির মধ্যে অন্যতম হল অসংখ্য যৌগের উপস্থিতির সম্ভাব্যতা। ব্যাপক সংখ্যক বিভিন্ন যৌগগুলিকে অধ্যয়ন করা খুবই কষ্টকর হত যদি আমাদেরকে প্রত্যেকটি যৌগের বিষয়ে আলাদা আলাদা করে অধ্যয়ন করতে হত। সৌভাগ্যবশত, যৌগগুলিকে এমন কতগুলি আলাদা আলাদা দলে ভাগ করে নেওয়া সম্ভব যাদের কিছু সাধারণ গঠনগত ও সাধারণ রাসায়নিক ধর্মগত বৈশিষ্ট্য আছে। এগুলির সরলতম উদাহরণ হল অ্যালকেনসমূহ, যেগুলিকে একটা সাধারণ সংকেত C_nH_{2n+2} দিয়ে উপস্থাপন করা যায়। আমরা একবার যদি সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলিকে চিনতে পারি তাহলে কোন একটা নির্দিষ্ট পরিবারের দুই একটা সদস্যের আচরণ জানতে পারলে আমরা সেই পরিবারের যৌগগুলি কীভাবে আচরণ করবে সে বিষয়ে এবং তাদের মধ্যেকার পার্থক্যের ফলাফল যেমন অণুগুলির ভরের পার্থক্য অনুমান করতে পারব।

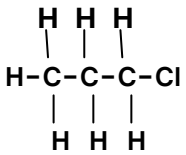
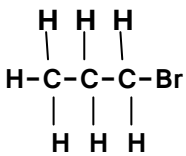
সাধারণীকরণ করতে এবং কার্বন যৌগগুলির বিষয়ে অনুমান করতে, আপনার শিক্ষার্থীরা কোন একটা সদৃশ শ্রেণি এবং কার্যকরী মূলকের ধারণাগুলি প্রয়োগ করতে শিখবে।

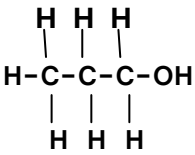
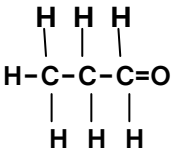
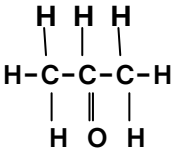
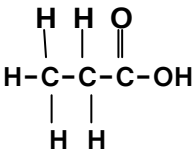
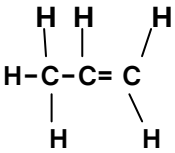
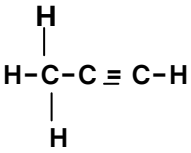
ওদের প্রথম যে মানসিক মডেলটি গড়ে তুলতে হবে সেটা হল সদৃশ শ্রেণির প্রত্যেক সদস্যের একই সাধারণ আণবিক সংকেত থাকে, যেমন অ্যালকেনের ক্ষেত্রে C_nH_{2n+2} বা অ্যালকিনের ক্ষেত্রে C_nH_{2n}। এই সব প্রত্যেকটা শ্রেণির জন্য, কোনো অণুর সঙ্গে এক একক $–CH_2$ যোগ করলে সেই শ্রেণির পরবর্তী অণুটিকে পাওয়া যায়।

আপনার শিক্ষার্থীদের পরবর্তী যে মানসিক মডেল দরকার হয় সেটা হল, কার্বনের সঙ্গে সংযুক্ত হাইড্রোজেনের পরমাণুগুলির মধ্যে কোন একটাকে যে কোন একটা কার্যকরী মূলক যেমন ক্লোরিন বা ব্রোমিন পরমাণু, বা অন্য কোন (Alcohol, aldehyde, Ketone etc) গ্রুপ দিয়ে প্রতিস্থাপিত করতে পারা যায়। সেই কার্যকরী মূলকের নতুন যৌগগুলির রাসায়নিক ধর্ম নির্ভর করবে কোন কার্যকরী মূলক ব্যবহার করে হাইড্রোজেনের একটা পরমাণুকে প্রতিস্থাপন করা হচ্ছে তার উপর।

এই দুটো মডেলকে সমন্বিত করতে পারলে সেটা আপনার শিক্ষার্থীদেরকে অ্যালকোহল, কার্বক্সিলিক অ্যাসিড বা অন্য রাসায়নিক পরিবারগুলির সদৃশ শ্রেণি গঠন করতে সাহায্য করে, যেমন সারণি–২ এ দেখানো হয়েছে। কোন সদৃশ শ্রেণির প্রত্যেকটি যৌগের রাসায়নিক ধর্ম শ্রেণিটির অন্যান্য যৌগগুলির অনুরূপ হবে।

সারণি–2: কার্যকরী মূলকের নামকরণ

কার্যকারী মূলক	Prefix/Suffix	উদাহরণ
1. Halogen (হ্যালোজেন)	**Prefix-chloro, bromo, etc**	 Chloropropane
		 Bromopropane

2. Alcohol (অ্যালকোহল)	**Suffix - ol**	 Propanol
3. Aldehyde (অ্যালডিহাইড)	**Prefix - al**	 Propanal
4. Ketone (কিটোন)	**Suffix - one**	 Propanone
5. Carboxylic acid (কার্বক্সিলিক অ্যাসিড)	**Suffix – oic acid**	 Propanoic acid
6. Double bond alkenes (দ্বিবন্ধন অ্যালকিন)	**Suffix - ene**	 Propene
7. Triple bond alkynes (ত্রিবন্ধনঅ্যালকিন)	**Suffix - yne**	 Propyne

এগুলি বুঝতে পারা শিক্ষার্থীদের পক্ষে কষ্টকর হতে পারে, এর বিষয়বস্তুর সঙ্গে অল্প অল্প 'টুকরো' করে পরিচিত করা বিচক্ষণতার কাজ হবে, প্রতিটি ক্লাসে অল্প অল্প করে নতুন তথ্য দিতে হবে যেন শিক্ষার্থীদের হাতে তথ্যগুলিকে বুঝবার মতো এবং প্যাটার্নগুলি দেখবার মতো যথেষ্ট সময় থাকে।

কেস স্টাডি 2: মানসিক মডেল এবং চিত্রের মাধ্যমে সদৃশ শ্রেণিগুলির বিষয়ে পড়ানো

শ্রীমান অসিত রায় মডেল এবং ছবি ব্যবহার করে সদৃশ শ্রেণিগুলির বিষয়ে পড়িয়েছিলেন।

আমি সিদ্ধান্ত নিয়েছিলাম যে সদৃশ শ্রেণির ধারণাটির সঙ্গে 'যোগাযোগ চিহ্নিত করো' নামক খেলার মাধ্যমে আমি আমার শিক্ষার্থীদেরকে পরিচিত করব। আমি প্রত্যেককে তাঁদের পাঠ্যবই বন্ধ করতে বলেছিলাম এবং ব্ল্যাকবোর্ডে মিথেন, ইথেন এবং প্রোপেনের আণবিক সংকেত লেখার মধ্য দিয়ে শুরু করেছিলাম:

CH_4 C_2H_6 C_3H_8

আমি আমার শিক্ষার্থীদেরকে বলেছিলাম, 'এই ক্রমের পরবর্তী দুটো উপাদান কী হবে অনুমান করো এবং তুমি সেটা কীভাবে নির্ণয়

করলে সেটা আমাকে বলো।'

ওরা আমাকে বলেছিল যে পরবর্তী উপাদান দুটি হবে C_4H_{10} এবং C_5H_{12}, এবং প্রত্যেক ক্ষেত্রে একটা C এবং দুটো করে H যোগ করতে হবে।

এরপর আমি বলেছিলাম, 'যদি এটা C_{10} দিয়ে শুরু হয় তাহলে এর উত্তর কী হবে সেটা নির্ণয় করো এবং উত্তর কীভাবে পাওয়া গেল সেটা ব্যাখ্যা করো।' কেউ উত্তর দেবার আগে, আমি ওদেরকে জোড়ায় জোড়ায় উত্তর নিয়ে আলোচনা করতে বলেছিলাম।

কঙ্ক আমাকে বলেছিল যে উত্তরটি হবে $C_{10}H_{22}$, এবং আমার একজন শিক্ষার্থী বলেছিল যে C এর যেই সংখ্যাই থাকুক না কেন সেটাকে দ্বিগুণ করতে হবে এবং তাঁর সঙ্গে 2 যোগ করলে H-এর সংখ্যা পাওয়া যাবে। আমি সেটাকে C_nH_{2n+2} হিসাবে লিখে নিয়েছিলাম, তারপর তাকে বলেছিলাম যে এটা হল এমন এক সাধারণ ফর্মুলা যার পরিবারের নাম হল অ্যালকেন। এই ধরনের কোনো পরিবারকে সদৃশ শ্রেণিও বলা হয়।

আমার শিক্ষার্থীরা এই মাত্র যা আলোচনা করেছিল সেটাকে যেন ওরা ঐ দুটি শ্রেণির অণুগুলির গঠনগত চিত্রগুলির সঙ্গে সম্পর্কিত করতে পারে সেটাও আমি চাইছিলাম, কারণ একই অণুকে উপস্থাপনার উভয় ধরনের উপায়কেই ওদের চিনতে পারার প্রয়োজন।

আমি ওদেরকে CH_4 এবং C_2H_6 এর গঠনগত চিত্র দিয়েছিলাম এবং প্রত্যেককে বলেছিলাম যেন ওরা C_4H_{10} এবং C_5H_{12}-এর চিত্র আঁকে। ওরা যেহেতু ইতিমধ্যেই সদৃশ শ্রেণির নিয়মগুলি বুঝতে পেরেছিল, প্রত্যেকেই এটা সহজেই করতে পেরেছিল।

আমি পরামর্শ দিয়েছিলাম যে এরপর যখনই ওরা কোন ইন্টারনেট ক্যাফেতে যাবে, ওরা যেন কার্বনের অণুগুলির কিছু চিত্র খুঁজে দ্যাখে যাতে ওরা সেগুলিকে উপস্থাপনার কিছু আলাদা ধরনের উপায় দেখতে পারে।

অ্যাক্টিভিটি 2: কার্যকরী মূলকগুলির সাহায্যে মডেলগুলিকে সম্প্রসারিত করা।

এই অ্যাক্টিভিটিটি(Activity) আপনাকে আপনার পরিকল্পনা করতে এবং ক্লাসের মধ্যে শিক্ষা দান করতে সাহায্য করবে।

সারণি−2 -এ দেওয়া কার্যকরী মূলকের তালিকা দেখুন। এটা প্রোপেন অণুর এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণুকে কার্যকরী মূলক দিয়ে প্রতিস্থাপিত করার প্রভাব প্রদর্শন করে।

1. আপনাকে যদি কেস স্টাডি 1-এর দৃষ্টিভঙ্গিকে অ্যালকেন-এর সদৃশ শ্রেণির বিষয়ে পড়ানোর জন্য ব্যবহার করতে হতো, তাহলে যখন আপনি গঠনগত কাঠামোর চিত্রগুলি ব্যবহার করা শুরু করবেন তখন কোন কোন বিশেষ বৈশিষ্ট্য মাথায় রাখতে হতো? আপনি এটা কীভাবে বুঝবেন যে আপনার শিক্ষার্থীদের এই শ্রেণিগুলির বিষয়ে সঠিক মানসিক মডেল আছে কিনা?
2. ছকের মধ্যে দেওয়া সব উদাহরণগুলিকে পরিবর্তন করার জন্য সূচনামূলক গঠন হিসাবে কেন প্রোপেনকে ব্যবহার করা সুবিধাজনক?
3. আপনার শিক্ষার্থীদেরকে বিভিন্ন ধরনের কার্যকরী মূলকের সদৃশ শ্রেণির সম্পর্কে পরিচিত হতে সাহায্য করার আরেকটা উপায় হল এক প্যাকেট কার্ড দেওয়া, যার প্রত্যেকটাতে আলাদা ধরনের আণবিক গঠন আঁকা থাকে, এবং আপনার শিক্ষার্থীদেরকে বলুন যেন ওরা কার্ডগুলিকে আলাদা আলাদা সদৃশ শ্রেণি হিসাবে যত তাড়াতাড়ি সম্ভব পৃথক করে বেছে ফেলে। আপনি যদি অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, কিটোন এবং কার্বক্সিলিক অ্যাসিডকে চেনবার অভ্যাস করাতে চাইতেন, তাহলে আপনাকে এইসব প্রত্যেক কার্যকরী মূলকের জন্য কার্বন শৃঙ্খলের বিভিন্ন ধরনের দৈর্ঘ্যের উদাহরণগুলিকে অন্তর্ভুক্ত করতে হতো। আপনার শিক্ষার্থীরা পার্থক্য নির্ণয়ের জন্য কোন মানসিক মডেল ব্যবহার করবে বলে আপনি আশা করেন:
   - অ্যালকোহল থেকে কার্বক্সিলিক অ্যাসিড?
   - অ্যালডিহাইড থেকে কিটোন?

- অ্যালডিহাইড থেকে কার্বক্সিলিক অ্যাসিড?

আরও তথ্য পেতে হলে, 'পাঠ পরিকল্পনা' নামক সম্পদ 1 পড়ুন।

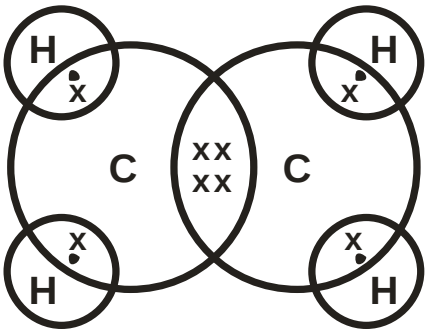
ভিডিও: পাঠ পরিকল্পনা

3 বুঝতে সাহায্য করার জন্য বিভিন্ন ধরনের মডেল নিয়ে বিচার করা

কার্বন ও এর যৌগগুলির বিষয়ে শিখতে গিয়ে আপনার শিক্ষার্থীরা অণুগুলি সম্পর্কিত তথ্যকে উপস্থাপনার বিভিন্ন রকম পদ্ধতি ব্যবহার করে। একটা ঘন ঘন ব্যবহৃত মডেল হল ইলেকট্রন বিন্দু গঠনগত মডেল যেটা কার্বনের চারটি যোজ্যতা ইলেকট্রন থাকার ভিত্তিতে গঠিত হয়। গঠনগত চিত্রগুলি হল 'বন্ধনগুলি কোথায় আছে?' -এই বিষয়ে একই তথ্য ব্যবহার করার আরেকটা উপায়। যখনই কোন নতুন ধরনের যৌগ বা বিক্রিয়া সম্পর্কে পরিচয় করানো হয়, শিক্ষার্থীদেরকে সাম্প্রতিক ধারণাগুলি মনে করার, ঝালিয়ে নেবার ও একটা নতুন ধারণা গড়ে তোলার জন্য আণবিক গঠনের এক বা একাধিক মডেলের দিকে ফিরে যেতে হয়।

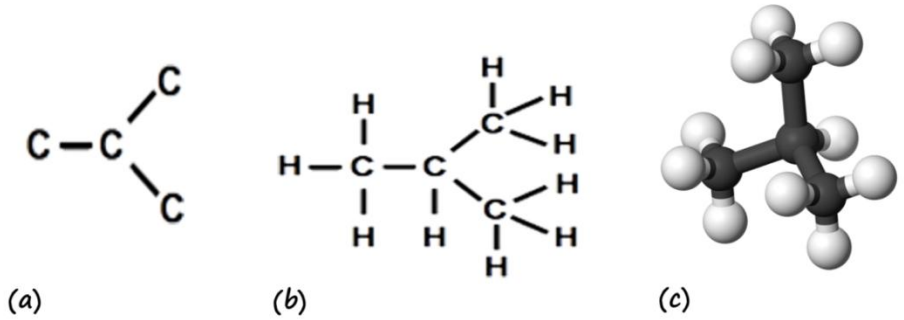
অনেক সময়ই, এই সব এক বা একাধিক দ্বিমাত্রিক দৃষ্টিভঙ্গি আপনার শিক্ষার্থীদের পক্ষে যথেষ্ট হতে পারে, কিন্তু মাঝে মাঝে শিক্ষার্থীদেরকে ব্যবহারিক মডেলগুলি ব্যবহার করে অণুগুলির ত্রিমাত্রিক প্রকৃতির কথা মনে করিয়ে দিলে উপকার হবে।

যখন সাবান এবং ডিটার্জেন্টের বিষয়ে শেখা হবে, আপনার শিক্ষার্থীরা হয়তো এটা ভেবে হতবুদ্ধি হয়ে যাবে যে মাইসেলস নামক গঠনকে কেন আঁকাবাঁকা করে দেখানো হয়েছে, যার এক দিকের প্রান্তে Na^+ আছে। আঁকাবাঁকা কেন? এটাই হল রীতি। কিন্তু এমন রীতি কেন? অ্যালকেনগুলির ব্যবহারিক মডেলগুলি ব্যবহারের সময় ক্রমবর্ধমান কার্বন পরমাণুর সংখ্যার কারণে স্পষ্টতই কার্বন যৌগের 'মেরুদণ্ড' একটা সরল রেখার মতো না হয়ে আঁকাবাঁকা হয়।



চিত্র – d

ব্যবহারিক মডেল ব্যবহার করলে শিক্ষার্থীদেরকে মনে করিয়ে দিতে সুবিধা হতে পারে যে চিত্রগুলি কোন আণবিক গঠনের কেবল মাত্র কয়েকটি দিককেই উপস্থাপন করে, কিন্তু সেটা অনেকসময়ই বেশ বিভ্রান্তিকর হয়ে উঠতে পারে। চিত্র 5b-এ দেওয়া C_4H_{10}-এর শাখাযুক্ত গঠনের চিত্র এবং চিত্র d-এ দেওয়া সেই সংক্রান্ত কার্বন কাঠামোর থেকে এই ধারণা পাওয়া যায় যে কার্বন পরমাণুগুলির মধ্যে দুটো কাছাকাছি আছে, উদাহরণস্বরূপ, অপর দিকে ব্যবহারিক মডেল দেখাবে যে কাঠামোটি একটা চতুস্তলকীয় গঠন যেক্ষেত্রে একাধিক অক্ষ বরাবর ঘূর্ণনমূলক সমতা আছে (চিত্র 5)।



চিত্র 5 (a) কার্বন কাঠামোর চিত্র, (b) অণুর গঠনগত চিত্র এবং (c) অণুর ব্যবহারিক মডেল (d) ইথেনের গঠন

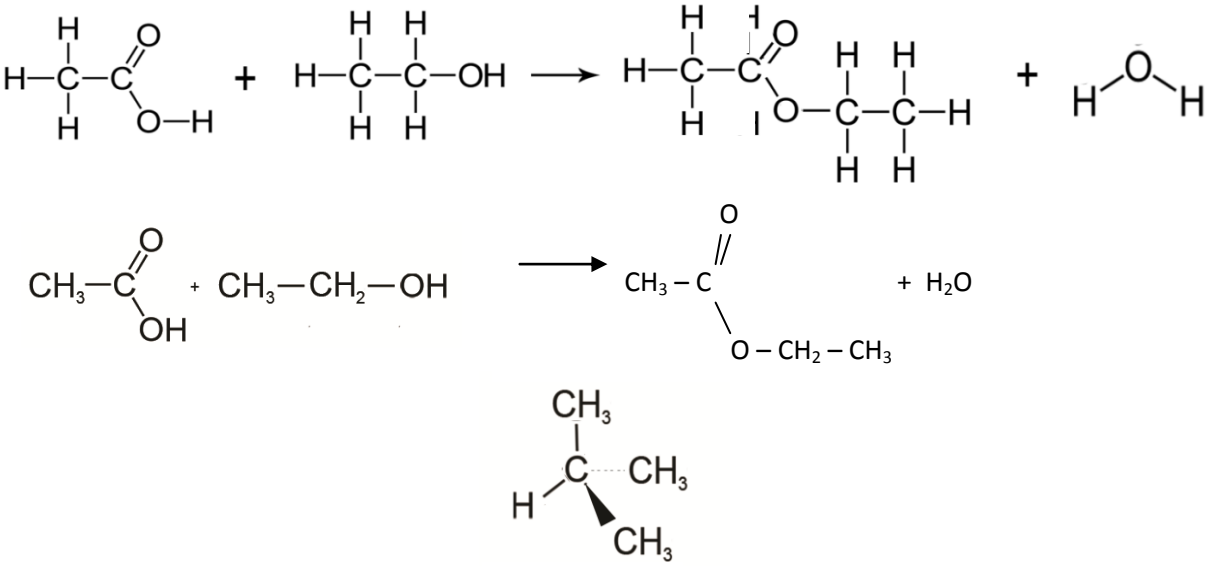
কখনো কখনো, বিভিন্ন ধরনের দৃষ্টিভঙ্গির সমন্বয় করলে সেটা শিক্ষার্থীদেরকে কোন একটা বিক্রিয়ার সময় কী হচ্ছে সেটা বুঝতে সাহায্য করতে পারে। উদাহরণ স্বরূপ, শিক্ষার্থীরা শেখে যে ইথানোয়িক অ্যাসিডের বিক্রিয়াগুলিকে অ্যালকোহলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়াজাত পদার্থ হয় একটি এস্টার এবং জল। আপনার শিক্ষার্থীদের সঙ্গে বিভিন্ন ভাবে বিক্রিয়াটির পর্যালোচনা করতে পারেন:

- সাধারণীকরণ এবং অনুমান করা। এই বিক্রিয়াটি এস্টারীভবনের একটা উদাহরণ। ইথানোয়িক অ্যাসিড যেহেতু কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের সদৃশ শ্রেণির একটা অণু, সেহেতু এই বিক্রিয়াতে সর্বদাই একটা এস্টার এবং জল উৎপন্ন হবে (ছক 1)।

ছক 1 *বিক্রিয়ক এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থসমূহ।*

বিক্রিয়কসমূহ	**বিক্রিয়াজাত পদার্থসমূহ**
CH_3COOH + CH_3CH_2OH (ইথানোয়িক অ্যাসিড) (ইথানল)	$CH_3COOCH_2CH_3$ + H_2O (এস্টার) (জল)
CH_3CH_2COOH + CH_3CH_2OH (প্রোপানোয়িক অ্যাসিড) (ইথানল)	$CH_3CH_2COOCH_2CH_3$ + H_2O (এস্টার) (জল)

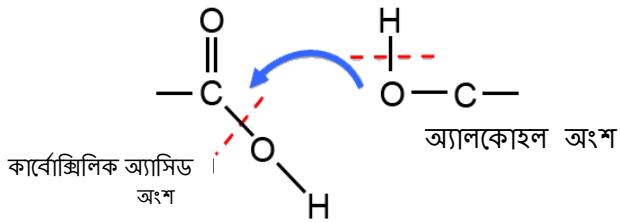
- আণবিক গঠনগুলির চিত্র ব্যবহার করে বিক্রিয়ার পর্যালোচনা করা (চিত্র 6)।



চিত্র 6 আণবিক গঠনগুলির চিত্রসমূহ।

এই দৃষ্টিভঙ্গি ব্যবহার করলে তা আণবিক গঠনগুলি যে কী তা আরো স্পষ্টভাবে বুঝতে সাহায্য করতে পারে।

- কার্যকরী মূলকের উপরে দৃষ্টি নিবদ্ধ করলে দেখা যাবে, অ্যালকোহল কার্যকরী মূলকের অক্সিজেনটি কার্বক্সিলিক অ্যাসিড মূলকের কার্বনের সঙ্গে সংযুক্ত হয় (চিত্র 7)।



চিত্র 7 অ্যালকোহল কার্যকরী মূলকের অক্সিজেন পরমাণু কার্বক্সিলিক অ্যাসিড মূলকের কার্বনের সঙ্গে সংযুক্ত হয়।

এটা খুবই বেশি বিমূর্ত ধরনের দৃষ্টিভঙ্গি, কিন্তু দেখায় যে বিক্রিয়াটা 'কোথায়' হচ্ছে এবং বিক্রিয়ক অণুর বাকি অংশ যে অপরিবর্তিত থাকে তার উপর জোর দেয়।

- এখানে বিক্রিয়কগুলির ব্যবহারিক মডেলগুলি ব্যবহার করা হচ্ছে, তারপর প্রদর্শন করা হচ্ছে যে এইসব অণুগুলি কীভাবে সংযুক্ত হয়ে বিক্রিয়াজাত অণুগুলি উৎপাদন করছে। এর ফলে এটা স্পষ্ট হচ্ছে যে অ্যালকোহল কার্যকরী মূলক থেকে হাইড্রোজেন হারিয়ে যায় এবং সেটা কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের –OH মূলকের সঙ্গে সংযুক্ত হয়ে জল অণু গঠন করে। কিছু কিছু শিক্ষার্থীদের ক্ষেত্রে, মডেল ব্যবহার করে বিক্রিয়াটা হতে দেখলে তাঁদের পক্ষে প্রক্রিয়াটা মনে রাখা সহজ হয়।

এই সব মডেলগুলির প্রত্যেকটা একই ঘটনাকে আলাদা উপায়ে দেখার সুযোগ দেয়।

চিন্তার জন্য সাময়িক বিরতি

- আপনি আপনার ক্লাসে এস্টারীভবনের কোন মডেলটা ব্যবহার করবেন এবং কেন?
- গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলি ও ধারণাগুলির প্রতি দৃষ্টি আকর্ষণে সাহায্য করার জন্য আপনি কোন প্রশ্নগুলিকে ব্যবহার করবেন?

অ্যাক্টিভিটি 3: কার্বন যৌগগুলির রাসায়নিক ধর্মগুলি পড়ানো

এই অ্যাক্টিভিটি (Activity) আপনাকে কার্বন যৌগগুলির রাসায়নিক ধর্ম বিষয়ে ক্লাসে পড়ানোর এবং আপনার পরিকল্পনা তৈরির কাজে সাহায্য করবে। এই অ্যাক্টিভিটিটিকে সহকর্মীর সঙ্গে আলোচনা করে অনুশীলন করলে ভালো ফল হতে পারে।

- বিষয়টার একটা দিক বা অংশকে চিহ্নিত করুন যেটা আপনার শিক্ষার্থীদের কাছে কঠিন বলে মনে হতে পারে।
- এই বিভাগের কোন্ কোন্ মুখ্য ধারণাগুলি আপনার শিক্ষার্থীদের মনে রাখা দরকার বলে আপনি ভাবেন?
- এটা বোঝাবার জন্য আপনার শিক্ষার্থীদের কোন মানসিক মডেলগুলি বা ধারণাগুলি গঠন করা দরকার? এগুলির মধ্যে কোনগুলিকে শিক্ষার্থীরা আগেও পেয়েছে এবং ব্যবহার করেছে?
- আরও কিছু মানসিক মডেল তৈরি করার জন্য ওদেরকে কি আপনার সাহায্য করা দরকার?
- আপনি আপনার শিক্ষার্থীদের কাছে এটিকে কীভাবে উপস্থাপন করবেন?
- আপনি কী ইলেকট্রন বিন্দু মডেলগুলি, আণবিক গঠনের চিত্রগুলি, বা ব্যবহারিক মডেলগুলি ব্যবহার করবেন?
- গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলির প্রতি শিক্ষার্থীদের মনোযোগ আকর্ষণের জন্য আপনি কোন্ প্রশ্ন ব্যবহার করবেন?
- আপনি কীভাবে পাঠ্যবিষয়ের প্রতি শিক্ষার্থীদের অংশগ্রহণ বাড়াতে পারবেন?

- আপনি কী শিক্ষার্থীদেরকে ব্ল্যাকবোর্ডে চিত্রগুলি আঁকতে বলতে পারেন?
- আর শিক্ষার্থীদের বিক্রিয়াগুলির ব্যাখ্যা দিতে বলতে পারেন?
- আপনি কী আপনার শিক্ষার্থীদেরকে এই বিষয়ে একে অপরের প্রশ্নের উত্তর দিতে চেষ্টা করার জন্য বলতে পারেন?

4 সারসংক্ষেপ

এই ইউনিটে আপনি এমন কিছু বিষয় সম্বন্ধে জেনেছেন যেগুলি কার্বনের যৌগগুলিকে একটা কঠিন বিষয় করে তোলে, এবং আপনি কীভাবে বিভিন্ন দৃষ্টিভঙ্গি ব্যবহার করে শিক্ষার্থীদেরকে যথাযথ মানসিক মডেলগুলি বিকশিত করে তুলতে সাহায্য করতে পারেন তা শিখেছেন।

আপনি যেই বিষয়েই পড়ান, আপনার শিক্ষার্থীদেরকে যথাযথ মানস মডেলগুলি গঠন করতে সাহায্য করার জন্য বিভিন্ন ধরনের উপায় অবলম্বন করা গুরুত্বপূর্ণ। এই ইউনিটটি অল্প কিছু কৌশলের উপরে মনোযোগ দিয়েছে। এই সবগুলির একটা বিশেষ উপাদান হল আপনার শিক্ষার্থীরা যে মডেলটি ব্যবহার করছে সেটির যে কোনো সম্ভাব্য সীমাবদ্ধতাগুলিসহ বৈশিষ্ট্যগুলির বিষয়ে তাদের সচেতন হতে সাহায্য করা এবং প্রশ্নের ব্যবহার করা। শিখন প্রক্রিয়াকে সুগঠিত করা এবং সুদৃঢ় করার জন্যও এই মডেলগুলি ব্যবহার করা গুরুত্বপূর্ণ, কোন একটি পাঠে অনেক বেশি ধারণার সঙ্গে পরিচয় করানোর চেষ্টা করবেন না।

সম্পদসমূহ

সম্পদ 1: পাঠ পরিকল্পনা

পরিকল্পনা এবং প্রস্তুতকরণ কেন গুরুত্বপূর্ণ

ভাল পাঠ পূর্ব পরিকল্পিত হতে হবে। পরিকল্পনা আপনার পাঠকে স্পষ্ট এবং সু-সময়যুক্ত / সময়োপযোগী করতে সহায়তা করে, ফলে শিক্ষার্থীরা সক্রিয় এবং আগ্রহী হতে পারে। কার্যকর পরিকল্পনায় কয়েকটি অন্তর্গঠিত প্রসারণিয়তা বা নমনীয়তা অন্তর্ভুক্ত থাকে যাতে শিক্ষকরা তাঁদের শিক্ষণে শিক্ষার্থীরা কি শিখছে, কীভাবে শিখছে তা দেখে, বুঝে তাৎক্ষণিকভাবে প্রতিক্রিয়া করতে পারেন। ধারাবাহিক কয়েকটি পাঠের পরিকল্পনা করার সময়, শিক্ষার্থীকে এবং তার পূর্বজ্ঞানকে জানতে হবে, কি করে পাঠক্রমের মধ্য দিয়ে এগোতে হবে তা জানতে হবে এবং সর্বোত্তম সম্পদ এবং কার্যকলাপের সন্ধান করতে হবে যা শিক্ষার্থীদের শিখন প্রক্রিয়ায় সহায়তা করবে।

পরিকল্পনা হল একটি চলমান প্রক্রিয়া (continual process) যা আপনাকে স্বতন্ত্র পাঠ (individual lesson) পরিকল্পনার পাশাপাশি পাঠগুলির একটি ক্রম (series of lessons) হিসাবে প্রস্তুত করতে সহায়তা করে এবং যাতে প্রত্যেকটি পাঠ পূর্ববর্তী পাঠের উপর ভিত্তি করে প্রস্তুত হয়।। পাঠ পরিকল্পনার পর্যায়গুলি হল:

- শিক্ষার্থীদের প্রগতির জন্য আপনার শিক্ষার্থীদের কী কী প্রয়োজন সে সম্পর্কে স্পষ্ট হওয়া
- কীভাবে শিক্ষাদান করলে শিক্ষার্থীরা বুঝতে পারবে এবং পঠন-পাঠন চলাকালীন আপনি যা দেখতে পাবেন, তার প্রতিক্রিয়া জানাতে, আপনি কীভাবে নমনীয় হবেন, তা স্থির করা (how to maintain flexibility to respond to what you find)।
- আপনার শিক্ষার্থীরা কী শিখেছিল এবং আপনার পাঠ কত ভালভাবে চলেছিল তা পর্যালোচনা করা ভবিষ্যত পাঠ পরিকল্পনার জন্য (looking back on how well the lesson went and what your students have learnt in order to plan for the future)।

পাঠগুলির একটি ক্রম পরিকল্পনা

ক্রম পাঠ পরিকল্পনার প্রথম কাজ হল যে যখন কোন পাঠ্যক্রম আপনি অনুসরণ করছেন তার বিষয় ও প্রসঙ্গগুলিকে/এককগুলিকে কত ভাল উপএকক/উপবিভাগ বা খণ্ডে বিভাজিত করা যায় তা দেখা। আপনার উপলভ্য সময় বিবেচনা করতে হবে পাশাপাশি শিক্ষার্থীদের প্রগতির জন্য উপায়গুলি ভাবতে হবে এবং ধীরে ধীরে দক্ষতা এবং জ্ঞান বাড়াতে হবে। আপনার অভিজ্ঞতা বা সহকর্মীদের সাথে আলোচনায় আপনি জানতে পারেন যে একটি এককে চারটি পাঠ নিতে হলেও অন্য এককে দুটি নিতে হতে পারে। ভবিষ্যতের পাঠগুলির জন্য যখন অন্যান্য প্রসঙ্গ আলোচনা হবে অথবা কোনো বিষয়ের আলোচনা সম্প্রসারিত হবে তখন আপনাকে পুরানো কোনো শিখনে ফেরত যাওয়া যায় সেই সম্পর্কে সচেতন থাকতে হবে।

সমস্ত পাঠের পরিকল্পনায় আপনাকে নিম্নলিখিতগুলি সম্পর্কে স্পষ্ট হতে হবে:

- আপনি শিক্ষার্থীদের কী শিখতে দিতে চান
- আপনি সেই শিখন কী ভাবে শুরু করাবেন
- শিক্ষার্থীদের কী করতে হবে এবং কেন করতে হবে

শিক্ষার্থীরা যাতে স্বস্তি অনুভব করে এবং কৌতুহলী হয় তার জন্য আপনি শিক্ষার্থীদের শিখনকে সক্রিয় ও মনোগ্রাহী করতে চাইবেন। পাঠগুলি জুড়ে শিক্ষার্থীদের কী জিজ্ঞাসা করা হবে তা বিবেচনা করুন এতে আপনি বৈচিত্র্য এবং আগ্রহ গঠন করতে পারবেন তবে নমনীয়তাও থাকতে পারে। পরপর পাঠগুলির উপস্থাপনের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের প্রগতির সাথে সাথে তাদের বোধ (understanding) কী ভাবে মূল্যায়ন করবেন তা পরিকল্পনা করুন। কয়েকটি ক্ষেত্রে বেশি সময় নেয় কিনা বা দ্রুত শেখা হয় কিনা সে সম্পর্কে নমনীয় হতে প্রস্তুত থাকুন।

একক পাঠ পরিকল্পনা

আপনি পাঠগুলির একটি ক্রম পরিকল্পনা করার পর, **শিক্ষার্থীদের সে সময়ের প্রগতির** ভিত্তিতে প্রতিটি স্বতন্ত্র পাঠের পরিকল্পনা করতে হবে। আপনি জানেন পাঠগুলির ক্রমটির শেষে শিক্ষার্থীদের কী শেখা উচিত বা কী করতে পারা উচিত তবে আপনার কিছুটা অপ্রত্যাশিত বিষয় পুনরায় আলোচনা করতে বা আরও দ্রুত সামনে এগিয়ে যাওয়ার প্রয়োজন হতে পারে। সুতরাং প্রতিটি পাঠ অবশ্যই পরিকল্পিত হতে হবে যাতে আমাদের সমস্ত শিক্ষার্থী উন্নতি করতে পারে এবং নিজেদের সফল এবং অন্তর্ভুক্ত বলে মনে করতে পারে।

পাঠ পরিকল্পনাটির মধ্যে আপনার নিশ্চিত করা উচিত যে প্রতিটি ক্রিয়াকলাপের জন্য আপনার কাছে পর্যাপ্ত সময় রয়েছে।ব্যবহারিক কাজ বা সক্রিয় দলের কাজ গুলির জন্য যে কোনও উৎস/উপাদান প্রস্তুত রয়েছে। বড় আকারের শ্রেণিগুলির জন্য পরিকল্পনার অংশ হিসাবে আপনাকে পৃথক দলগুলির জন্য পৃথক প্রশ্ন এবং ক্রিয়াকলাপগুলির পরিকল্পনা করা প্রয়োজন।

নতুন একক উপস্থাপন করার সময় অনুশীলন করার জন্য এবং ধারণাগুলি নিয়ে সহকর্মীদের সাথে কথা বলার জন্য সময় করা প্রয়োজন যাতে আপনি আত্মবিশ্বাসী হতে পারেন।

আপনার পাঠগুলি তিনটি অংশে প্রস্তুত করার কথা চিন্তা করুন। এই অংশগুলি নীচে আলোচিত হল।

1 ভূমিকা

পাঠের শুরু হিসাবে শিক্ষার্থীদের কাছে তারা কী শিখবে এবং কী করবে তা ব্যাখ্যা করুন, এতে প্রত্যেকে তাদের থেকে কী প্রত্যাশিত তা জানতে পারবে। শিক্ষার্থীরা কী শিখতে চলেছে সে বিষয়ে তাদের আগ্রহী করে তুলতে তারা যা জানে তা নিয়ে মত বিনিময় করে নিতে বলুন।

2 পাঠটির প্রধান অংশ

শিক্ষার্থীরা ইতিমধ্যে যা জানে তার ভিত্তিতে বিষয়বস্তুটির রূপরেখা তৈরি করুন। আপনি স্থানীয় উপাদানগুলি / উৎসগুলি, নতুন তথ্য, সক্রিয়তাভিত্তিক বিভিন্ন পদ্ধতি (যার মধ্যে দলগত কাজ, সমস্যা সমাধানের কাজ ইত্যাদি পড়ে) ব্যবহার করার সিদ্ধান্ত নিতে পারেন। ব্যবহার করার জন্য উৎসগুলি এবং আপনি যেভাবে আপনার শ্রেণিকক্ষের স্থান ব্যবহার করবেন তা' শনাক্ত করুন।

বিবিধ ক্রিয়াকলাপ, উৎস / সম্পদ এবং সময়কে ঠিকভাবে ব্যবহার করা পাঠের পরিকল্পনার একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। যদি আপনি বিভিন্ন পদ্ধতি এবং ক্রিয়াকলাপ ব্যবহার করেন তবে আপনি আরও বেশি শিক্ষার্থীর কাছে পৌঁছাতে পারেন কারণ তারা বিভিন্ন ভাবে শেখে।

3 পাঠের সমাপ্তি ও মূল্যায়ন

সবসময় কী পরিমাণ প্রগতি/অগ্রগতি হয়েছে তা যাচাই করার জন্য সময় দিন (হয় পাঠটি চলাকালীন বা এর শেষে)। যাচাই করার অর্থ সর্বদা পরীক্ষা নয়। সাধারণত এটি অতি দ্রুত শ্রেণিকক্ষে ঘটে – যেমন তাদেরকে পরিকল্পিত প্রশ্নগুলি জিজ্ঞেস করে বা তারা কী শিখেছে তা যখন উপস্থাপনা করে তখন তাদের পর্যবেক্ষণ করে। তবে আপনাকে নমনীয় হতে হবে এবং আপনি শিক্ষার্থীদের প্রতিক্রিয়াগুলি থেকে কী খুঁজে পান সেটি অনুসারে পরিবর্তন করতে হবে।

পাঠ শেষ করার একটি ভাল উপায় হল শুরুর উদ্দেশ্যগুলিতে ফেরা। শিক্ষার্থীরা একে অপরকে এবং শিক্ষককে তারা কি শিখেছে সে সম্বন্ধে যাতে জানাতে পারে তেমন সময় দিতে হবে। শিক্ষার্থীদের কাছ থেকে শোনা আপনাকে পরের পাঠের জন্য কি পরিকল্পনা করতে হবে সে সম্পর্কে নিশ্চিত করবে।

পাঠগুলি পর্যালোচনা

প্রতিটি পাঠ পুনঃ আলোকপাত করে আপনি যা করেছিলেন ও আপনার শিক্ষার্থীরা কী শিখেছিল, কোন উৎসগুলি ব্যবহার করেছিলেন এবং কতটা ভালভাবে হয়েছিল তার একটি নথি রাখুন। এতে আপনি পরবর্তী পাঠগুলির জন্য পরিকল্পনার উন্নতি বা সংযোগ সাধন করতে পারেন। উদাহরণস্বরূপ, আপনি এগুলির সিদ্ধান্ত নিতে পারেন:

- অ্যাক্টিভিটিগুলির পরিবর্তন বা ভিন্নভাবে প্রকাশ
- মুক্ত বা বদ্ধ প্রশ্নগুলির (open and closed questions) একটি তালিকা প্রস্তুতকরণ
- যে শিক্ষার্থীদের অতিরিক্ত সহায়তা প্রয়োজন তাদের জন্যে একটি ফলো-আপ সেশন রাখা।

শিক্ষার্থীদের আরও ভালভাবে শিখতে সহায়তা করতে আপনি কী পরিকল্পনা করতে পারতেন বা করেছেন সে সম্পর্কে চিন্তা করা।

আপনার পাঠ পরিকল্পনাগুলি প্রতিটি পাঠে যাওয়ার সাথে সাথে অবশ্যই পরিবর্তিত হবে কারণ আপনি যা যা ঘটবে তার সবকয়টির পূর্বানুমান পেতে পারেন না। সুপরিকল্পনার অর্থ হবে আপনি কি শিক্ষাদান করতে চান তা জানা এবং তাদের বর্তমান জ্ঞান জেনে তাদের প্রকৃত শিক্ষাদানের জন্য প্রস্তুত হওয়া।

অতিরিক্ত সম্পদসমূহ

- A set of molecular models that can be rotated http://www.creative-chemistry.org.uk/molecules/ (accessed 21 May 2014)
- Information on practical activities to help teach chemical concepts: http://www.nuffieldfoundation.org/practical-chemistry (accessed 21 May 2014)
- The ECLIPSE project has examples of students' ideas about chemical concepts: http://www.educ.cam.ac.uk/research/projects/eclipse/ (accessed 21 May 2014)
- Videos of preparation, properties and reactions: http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/resource/4592/chemistry-captured-video-materials-for-teachers-of-chemistry and http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/resource/4910/chemistry-captured-ii-video-materials-for-teachers-of-chemistry (both accessed 21 May 2014)
- Plastics and covalent chemical bonds: https://blossoms.mit.edu/videos/lessons/plastics_and_covalent_chemical_bonds (accessed 21 May 2014)

তথ্যসূত্র/গ্রন্থতালিকা

Boohan, R. (2002) 'Learning from models, learning about models', in Amos, S. and Boohan, R. (eds) *Aspects of Teaching Secondary Science*. London, UK: RoutledgeFalmer.

Kind, V. (2012) 'Organic chemistry' in Taber, K. (ed.) *Teaching Secondary Chemistry*. London, UK: John Murray.

Mills, B. (2006) 'File:Ethanol-3D-vdW.png' (online), Wikimedia Commons, 30 March. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ethanol-3D-vdW.png (accessed 28 May 2014).

Mills, B. (2007) 'File:Acetic-acid-3D-balls.png' (online), Wikimedia Commons, 23 May. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acetic-acid-3D-balls.png (accessed 28 May 2014).

Mills, B. and Jynto [Wikipedia user] (2010) 'File:Isobutane-3D-balls.png' (online), Wikipedia, 2 January. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Isobutane-3D-balls.png (accessed 28 May 2014).

কৃতজ্ঞতাস্বীকার

এই বিষয়বস্তু ক্রিয়েটিভ কমন্স অ্যাট্রিবিউশন – শেয়ারঅ্যালাইক লাইসেন্স এর অধীনে উপলব্ধ (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/), যদি না অন্যভাবে চিহ্নিত হয়। লাইসেন্সটি টিইএসএস (TESS)-ইন্ডিয়ার, OU এবং UKAID লোগোগুলির ব্যবহার বহির্ভূত করে, যা শুধুমাত্র টিইএসএস(TESS)-ইন্ডিয়ার প্রকল্পের ক্ষেত্রেই অপরিবর্তিতভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

কপিরাইট স্বত্বাধিকারীদের সঙ্গে যোগাযোগ করার উদ্দেশ্যে সর্বতভাবে প্রচেষ্টা করা হয়েছে। যদি কোনোটি অনিচ্ছাকৃতভাবে নজর এড়িয়ে গিয়ে থাকে, তাহলে প্রকাশকরা প্রথম সুযোগেই সানন্দে প্রয়োজনীয় বন্দোবস্ত করবেন।

ভিডিও (ভিডিও স্টিল সহ): ভারত ব্যাপী শিক্ষকদের শিক্ষাদানকারী, প্রধান শিক্ষক, শিক্ষক ও ছাত্রছাত্রীদের ধন্যবাদ জানানো হচ্ছে, যারা প্রস্তুতির সময়ে ওপেন ইউনিভার্সিটির সঙ্গে কাজ করেছিলেন।