

Practicum: Trillingen en Molecuulbewegingen met de Slinky

Inleiding

Dit practicum sluit aan bij de onderwerpen molecuulmodellen, trillingen van bindingen en spectroscopie. Met behulp van een slinky kunnen leerlingen ervaren hoe moleculen op verschillende manieren kunnen trillen en energie opnemen. Het experiment maakt de abstracte vibratiemodi concreet en helpt om de link te leggen naar technieken zoals infraroodspectroscopie (IR).



Mogelijke lesdoelen:

- Leerlingen begrijpen dat moleculen op verschillende manieren kunnen trillen (stretching, bending, etc.).
- Leerlingen ontdekken dat trillingen energie opnemen en daardoor meetbaar zijn in IR-spectroscopie.
- Leerlingen leren een analogie maken tussen een fysiek model (slinky) en moleculaire processen.
- Leerlingen ontwikkelen inzicht in de relatie tussen trillingen en chemische identificatie.

Benodigheden

- Een slinky.

Uitvoering (leerlingenhandleiding)

1. Beweeg de slinky op en neer (longitudinale stretch) → analoog aan bond stretching.
2. Beweeg de slinky zijwaarts (bending) → analoog aan bond angle bending.
3. Varieer de snelheid van de bewegingen om verschillende frequenties te laten zien.
4. Observeer hoe de slinky verschillende soorten trillingen kan nabootsen.

Wat neem je waar?

- Bij longitudinale beweging verandert de afstand tussen de windingen → stretching mode.
- Bij zijwaartse beweging buigt de slinky heen en weer → bending mode.
- Verschillende frequenties geven een analogie voor verschillende vibratiemodi in moleculen.

Docentenhandleiding

Wat gebeurt er?

De bewegingen van de slinky representeren de vibraties die moleculen kunnen maken. Stretching-modus: de bindingen worden korter en langer. Bending-modus: de bindingshoeken veranderen. In de werkelijkheid absorberen moleculen bij specifieke frequenties IR-straling die overeenkomt met hun trillingsmodi. Dit vormt de basis van IR-spectroscopie.

Wat nemen leerlingen vaak waar?

- Leerlingen herkennen de verschillende bewegingen, maar maken niet altijd direct de link met moleculen.
- Sommigen denken dat de windingen moleculen voorstellen, terwijl ze eigenlijk de bindingen representeren.
- De variatie in frequentie helpt om duidelijk te maken dat elke binding zijn eigen 'resonantiefrequentie' heeft.

Uitleg met vakdidactische tips

De slinky maakt zichtbaar hoe moleculen trillen in verschillende modi. Door dit experiment te koppelen aan IR-spectroscopie wordt duidelijk hoe wetenschappers moleculen identificeren aan de hand van hun vibraties.

Didactische tips:

- Leg expliciet uit dat de slinky een analogie is en dat moleculen in werkelijkheid op kwantumniveau bewegen.
- Koppel de bewegingen aan concrete voorbeelden: O-H stretch, C=O stretch, CH₂-bending.
- Laat leerlingen voorspellen hoe een bepaalde beweging eruit zal zien voordat je de slinky beweegt.
- Gebruik het experiment als introductie of herhaling bij het behandelen van IR-spectra.

Variatie op het practicum

Beweeg de slinky met twee verschillende frequenties tegelijk (bijvoorbeeld op en neer én zijwaarts). Zo kun je de combinatie van vibratiemodi laten zien, net zoals moleculen meerdere trillingen tegelijk kunnen hebben.

