دليل المعلم

الرنين في الأعمدة الهوائية والأوتار

45 دقيقة — العمل الفردي للمتابعة النظرية، ثم مجموعات من 3 إلى 4 طلاب للنشاط العملي

نواتج التعلم

- يفسّر الطالب ظاهرة الرنين في الأعمدة الهوائية المفتوحة والمغلقة
- يستنتج العلاقة بين طول العمود الهوائي والطول الموجي للتوافقيات المختلفة
- يحسب الترددات التوافقية للأوتار المهتزة المثبتة من طرفيها
- يقارن بين نمط التوافقيات في الأنبوب المفتوح من الطرفين والأنبوب المغلق من طرف واحد
- يطبّق العلاقات الرياضية لحل مسائل كمية على الرنين في الأوتار والأعمدة الهوائية

قبل الحصة

- تجهيز زجاجات بلاستيكية فارغة ومسطرة لكل مجموعة
- تجهيز شوكة رنانة أو جهاز صوتي محمول
- طباعة أوراق العمل مسبقًا
- تجربة النشاط العملي قبل الحصة للتأكد من نجاحه

سير الحصة

المرحلة	الزمن	ما يحدث
التهيئة وطرح السؤال المثير	5 د	طرح سؤال العود والناي وربطه بخبرات الطلاب اليومية مع الموسيقى والأصوات
شرح مفهومي الرنين والموجة الموقوفة	8 د	تعريف الرنين والعقدة والبطن مع رسم توضيحي على السبورة
شرح الرنين في الوتر	7 د	استنتاج العلاقات λn و fn للوتر المثبت من طرفيه مع مثال محلول
شرح الرنين في الأعمدة الهوائية	8 د	مقارنة الأنبوب المفتوح والمغلق مع استنتاج العلاقات ومثال محلول لكل حالة
النشاط العملي	10 د	تنفيذ تجربة الزجاجة الرنانة في مجموعات وتسجيل الملاحظات والحسابات
التطبيق والتلخيص	5 د	حل سؤال تطبيقي سريع على السبورة ومراجعة النقاط الأساسية للدرس
الإغلاق والتقويم الختامي	2 د	طرح سؤال تقويمي شفهي سريع والتمهيد لواجب ورقة العمل

التجربة: قياس الرنين في أنبوب هوائي باستخدام زجاجة ماء

الأدوات: زجاجة بلاستيكية فارغة طويلة ومدرجة · ماء · شوكة رنانة أو هاتف ذكي يصدر نغمة ثابتة · مسطرة · تطبيق لقياس التردد على الهاتف (اختياري)

1. املأ الزجاجة جزئيًا بالماء لتكوين عمود هوائي مغلق من الأسفل ومفتوح من الأعلى
2. اجعل زميلًا يصدر نغمة ثابتة بالشوكة الرنانة أو مكبر الهاتف قرب فوهة الزجاجة
3. انفخ بلطف فوق فوهة الزجاجة أو قرّب مصدر الصوت منها وغيّر مستوى الماء تدريجيًا

4. لاحظ عند أي ارتفاع للعمود الهوائي يصبح الصوت أعلى وضوحًا وأقوى (هذا هو الرنين)
5. قس طول العمود الهوائي L عند حدوث الرنين باستخدام المسطرة
6. احسب التردد التقريبي باستخدام العلاقة f = v/(4L) بافتراض سرعة الصوت 340 متر/ثانية

السلامة: لا تنفخ بقوة زائدة لتجنب الدوار · تجنّب بلل الأجهزة الإلكترونية بالماء · احرص على تنظيف منطقة العمل من الماء المتناثر لمنع الانزلاق

النتيجة المتوقعة: يلاحظ الطلاب أن الصوت يصبح أعلى بوضوح عند أطوال معينة للعمود الهوائي فقط، مما يثبت أن الرنين يحدث عند أطوال محددة تتوافق مع التوافقيات الفردية للأنبوب المغلق من طرف واحد، ويمكن حساب تردد المصدر الصوتي تقريبيًا من طول العمود عند الرنين.

دعم المتعثرين: يُقدَّم للطلاب المتعثرين جدول مرجعي يحتوي العلاقات الأساسية مع أمثلة مبسطة بأرقام صحيحة، ويُسمح لهم باستخدام الآلة الحاسبة وإعادة شرح الرسم التوضيحي للعقد والبطون بصريًا

إثراء المتميزين: يُطلب من الطلاب المتميزين استنتاج العلاقة بين تردد الرنين ودرجة حرارة الهواء بالبحث عن تأثير درجة الحرارة على سرعة الصوت، وحل مسائل تتضمن نسب تردد بين توافقيين مختلفين

التقويم: يقيس المعلم تحقق النواتج من خلال الإجابة الشفهية أثناء الحصة، ودقة حسابات مجموعات النشاط العملي، وأداء الطلاب في ورقة العمل والاختبار القصير الذي يغطي جميع نواتج التعلم المستهدفة