دليل المعلم

موجات المادة

45 دقيقة — عمل فردي في بداية الحصة ثم مجموعات ثنائية أو ثلاثية لحل الأمثلة والمناقشة

نواتج التعلم

- يوضح الطالب فرضية دي برولي حول الطبيعة الموجية للجسيمات المادية
- يحسب الطالب الطول الموجي لجسيم باستخدام علاقة دي برولي
- يفسر الطالب نتائج تجربة ديفيسون وجرمر كدليل على موجية الإلكترون
- يقارن الطالب بين السلوك الموجي للجسيمات متناهية الصغر وضآلة أثره في الأجسام الكبيرة
- يربط الطالب بين مفهوم موجات المادة وتطبيقاته التقنية مثل المجهر الإلكتروني

قبل الحصة

- تجهيز مؤشر ليزر منخفض القدرة وقطعة قماش رفيعة للتجربة
- طباعة أو عرض الأمثلة المحلولة على شرائح العرض
- تجهيز حاسبة بسيطة لكل طالب أو مجموعة لإجراء الحسابات

سير الحصة

المرحلة	الزمن	ما يحدث
التهيئة وطرح السؤال المثير	5 د	طرح سؤال هل للمادة طبيعة موجية مثل الضوء، واستماع لتوقعات الطلاب
شرح فرضية دي برولي والعلاقة الرياضية	10 د	تقديم المفهوم والعلاقة λ = h/(mv) مع توضيح كل رمز ووحدته
حل أمثلة محلولة تدريجية	10 د	حساب الطول الموجي لجسم كبير ثم لإلكترون ومقارنة النتائج
شرح تجربة ديفيسون وجرمر والتطبيقات	8 د	عرض فكرة التجربة ونتيجتها وربطها بالمجهر الإلكتروني
التجربة العملية لمحاكاة الحيود	7 د	تنفيذ تجربة الليزر وقطعة القماش ومناقشة النمط الناتج
التقويم الختامي والملخص	5 د	طرح أسئلة سريعة شفهية وتلخيص أهم أفكار الدرس

التجربة: محاكاة الحيود باستخدام شبكة دقيقة

الأدوات: مؤشر ليزر صغير آمن (قلم ليزر) · قطعة قماش حرير رفيع أو منديل شفاف دقيق النسيج · شاشة بيضاء أو حائط أبيض · مسطرة لقياس المسافات

1. ثبّت الشاشة البيضاء على مسافة حوالي 2 متر من موقع الوقوف
2. وجّه شعاع الليزر مباشرة نحو الشاشة دون أي عائق ولاحظ النقطة المضيئة الواحدة
3. ضع قطعة القماش الدقيقة أمام شعاع الليزر مباشرة قبل وصوله للشاشة
4. لاحظ ظهور نمط من النقاط أو الخطوط المضيئة المتكررة بدلًا من نقطة واحدة

5. سجل ملاحظاتك عن شكل النمط الناتج وناقشها مع مجموعتك

السلامة: لا توجّه شعاع الليزر مطلقًا نحو عين أي شخص · تجنب النظر مباشرة إلى مصدر الليزر · استخدم ليزرًا منخفض القدرة مخصصًا للأغراض التعليمية فقط

النتيجة المتوقعة: يظهر نمط حيود وتداخل من نقاط مضيئة متكررة بدلًا من نقطة واحدة، لأن خيوط القماش الدقيقة تشبه الشقوق الضيقة التي تسبب حيود الضوء الموجي. هذه النتيجة تمثل تمثيلًا بصريًا مبسطًا لما حدث فعليًا مع حيود الإلكترونات عبر بلورة النيكل في تجربة ديفيسون وجرمر، مما يساعد الطالب على تصور كيف تنتج الجسيمات أنماط حيود شبيهة بالضوء.

دعم المتعثرين: للطلاب المتعثرين، يقدَّم مخطط بصري بسيط يربط بين الجسيم الكبير والصغير وأثر الكتلة على الطول الموجي، مع حل خطوة بخطوة لمثال رقمي إضافي بأرقام مبسطة

إثراء المتميزين: للطلاب المتميزين، يُطلب منهم البحث عن علاقة دي برولي بمبدأ عدم التأكد لهايزنبرغ وكتابة فقرة قصيرة تربط بين المفهومين

التقويم: تقييم تحقق النواتج من خلال دقة حل الطلاب لأمثلة ورقة العمل، ومشاركتهم في مناقشة التجربة العملية، وأدائهم في أسئلة الاختبار القصير في نهاية الحصة