

الجزء النظري من مقرر فيز 218



تم تحميل هذا الملف من موقع مناهج مملكة البحرين

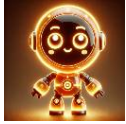
موقع المناهج ← مناهج مملكة البحرين ← الصف الثاني الثانوي ← فيزياء ← الفصل الثاني ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 00:58:43 2026-05-15

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة
فيزياء:

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني الثانوي



صفحة مناهج مملكة
البحرين على
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني الثانوي والمادة فيزياء في الفصل الثاني

إجابة تجميع امتحانات النهائي السابقة لمقرر فيز 218

1

تجميع امتحانات النهائي السابقة لمقرر فيز 218 غير محلول

2

حل مذكرة مراجعة مقرر فيز 218

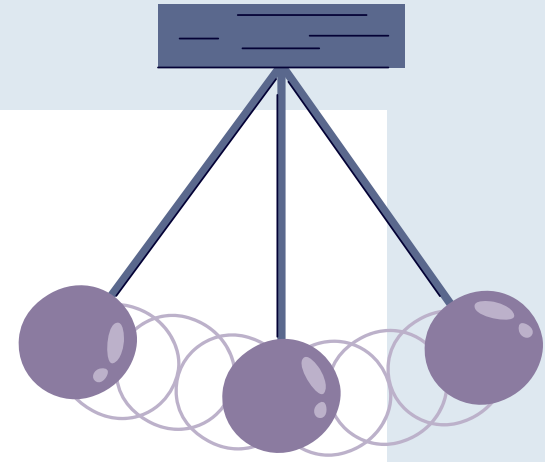
3

مراجعة مقرر فيز 218

4

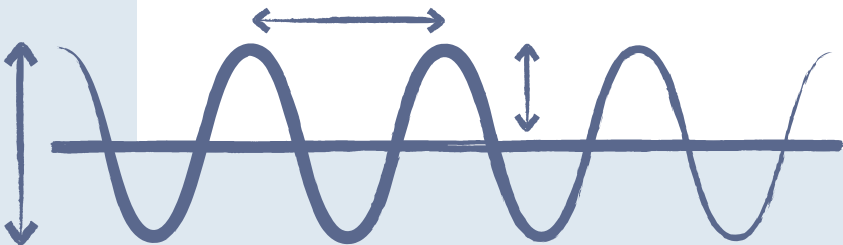
ملخص التعريفات

5

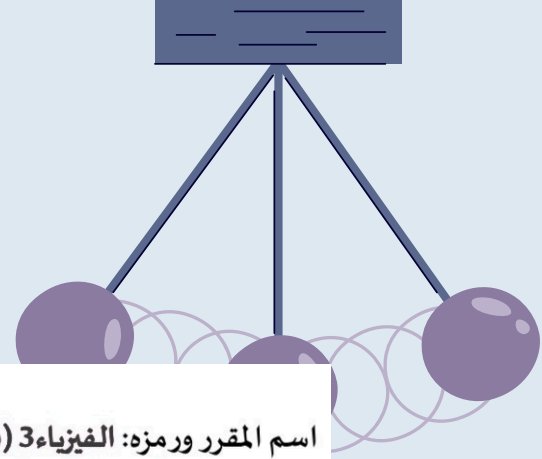


فيز 218

(2025/2026)



@astrophys9.8

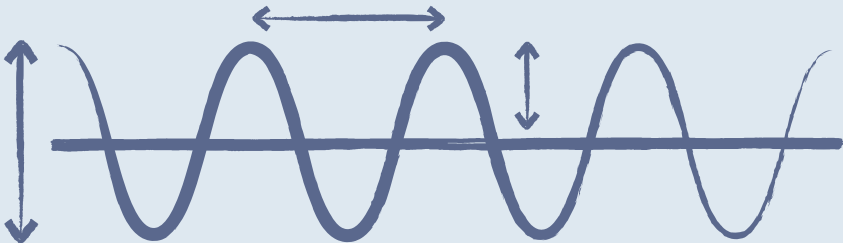


المحتوى العلمي المطلوب في مقررات الفيزياء للفصل الثاني للعام الدراسي 2026/2025م

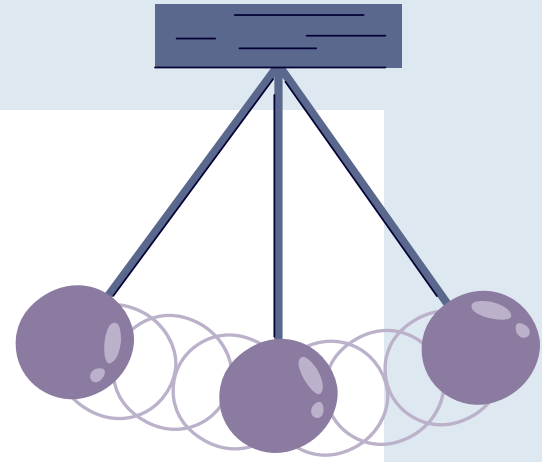
المسار: توحيد المسارات
المستوى: الثاني

اسم المقرر ورمزه: الفيزياء 3 (فيز 218)
اسم الكتاب: الفيزياء 3

الفصل	عنوان الدرس ورقمه	الصفحات	الأسبوع	الملاحظات
الاهتزازات والموجات	1-1 الحركة الدورية	8-14	1+2	تجربة عملية 1-1: كيف تنعكس الموجات؟ وكيف تنكسر؟
	1-2 خصائص الموجات	15-20	3	
	1-3 سلوك الموجات	21-27	4	تجربة عملية 1-2: البندول البسيط
	تقويم الفصل	28-33	4+5	
الصوت	2-1 خصائص الصوت	34-41	6+7	تجربة عملية 2-1: سرعة الصوت
	تقويم الفصل	50-53	7	
أساسيات الضوء	3-2 الطبيعة الموجية للضوء	62-71	8	إطلاع حر: الألوان
	تقويم الفصل	72-75	9	تجربة عملية 3-1: استقطاب الضوء
الانعكاس والمرآيا	4-2 المرايا الكروية	84-95	10+11	تجربة عملية 4-1: أين تتكون صورتك في المرآة؟
	تقويم الفصل	96-101	11	تجربة عملية 4-2: صور المرايا المقعرة
الانكسار والعدسات	5-2 العدسات المحدبة والمقعرة	111-117	12+13	تجربة عملية 5-1: كيف ينحرف الضوء؟
	تقويم الفصل	124-127	13	تجربة عملية 5-2: العدسات المحدبة والبعد البؤري؟

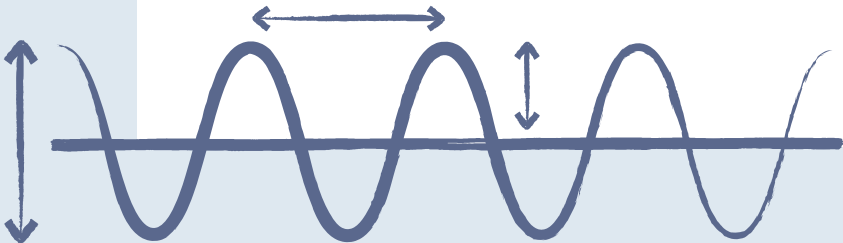


@astrophys9.8



الوحدة الأولى

الاهتزازات والموجات



@astrophys9.8

قانون هوك:-

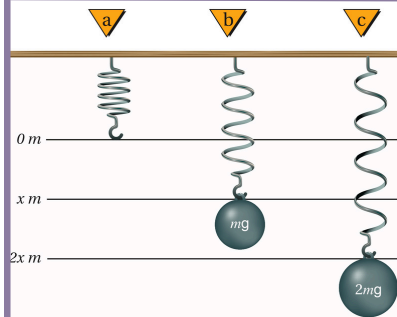
القوة التي يؤثر بها نابض تتناسب طردياً مع مقدار استطالته.

القوة التي يؤثر بها نابض تساوي حاصل ضرب ثابت النابض في المسافة التي يستطيلها أو ينضغطها عن موضع الاتزان.

- تمثل k ثابت النابض الذي يعتمد على صلابة النابض وخصائص أخرى له. $[N/m]$
- تمثل x الإزاحة التي يستطيلها النابض عن موضع اتزانه.

$$F = -kx$$

الكتلة المعلقة بنابض:-



- عند a: لا يستطيل النابض لأن لا يوجد قوة خارجية تؤثر فيه.
- عند b: استطال النابض مسافة x بحيث توازن القوة المؤثرة لأعلى قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة إلى أسفل.
- عند c: النابض استطال مسافة $2x$ ؛ وذلك كان بسبب تعليق ضعفي الوزن السابق وهذا يتفق مع قانون هوك.

الحركة الاهتزازية (الحركة الدورية):-

هي الحركة التي تتكرر في دورة منتظمة.
هي الحركة التي تتكرر على فترات زمنية متساوية.

أمثلة على الحركة الاهتزازية:-

- تأرجح بندول ساعة حائط ذهاباً وإياباً.
- تذبذب جسم فلهي مثبت بنابض إلى أعلى وأسفل.
- اهتزاز أوتار القيثارة.

طاقة الوضع المرونية:-

الطاقة المخزنة في نابض نتيجة استطالته.

حاصل ضرب نصف القوة التي يؤثر بها نابض في مقدار إزاحته.

حاصل ضرب نصف ثابت النابض في مربع إزاحته.

ثابت النابض:-

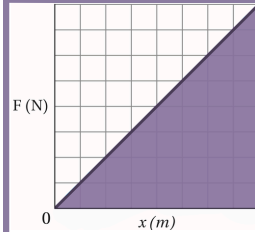
ميل الخط البياني للعلاقة بين القوة التي يؤثر بها نابض ومقدار إزاحته.

النسبة بين القوة التي يؤثر بها نابض ومقدار إزاحته عن موضع الاتزان.

نظام التعليق في السيارات:-

- تعد النوابض (الزنبركات) من أهم أجزاء نظام التعليق في السيارات.
- وظيفتها هي تثبيت الإطارات على الأرض وتكون ملفوفة حول ماص الصدمات، والتي تعمل معها أيضاً على امتصاص الصدمات الصادرة عن الطرقات وأجزاء السيارة الأخرى.

طاقة الوضع:-



- العلاقة بين مقدار القوة المؤثرة في نابض ومقدار إزاحته علاقة طردية خطية كما بالشكل.
- يمثل ميل الخط المستقيم ثابت النابض بوحدة (N/m) .
- تمثل المساحة تحت المنحنى مقدار الشغل المبذول لإستطالة النابض (طاقة الوضع المخزنة المرونية فيه).

$$PE_{sp} = 0.5Fx$$

$$[N \cdot m] \text{ or } [J]$$

$$PE_{sp} = 0.5kx^2$$

$$[N \cdot m] \text{ or } [J]$$

سعة الاهتزازة:-

هي أقصى مسافة يتحركها الجسم مبتعداً عن موضع الاتزان.

حالة الاتزان:-

الموضع الذي تكون عنده القوة المحصلة المؤثرة في الجسم تساوي صفراً.

الزمن الدوري:-

هو الزمن الذي يحتاج إليه الجسم ليكمل اهتزازة (دورة) واحدة من الحركة ذهاباً وإياباً.

علل: تعتبر حركة ثقل البندول البسيط حركة توافقية بسيطة.

لأن القوة التي تعيده إلى موضع الاتزان تتناسب طردياً مع مقدار الإزاحة.

الجسم في الحركة الدورية:-

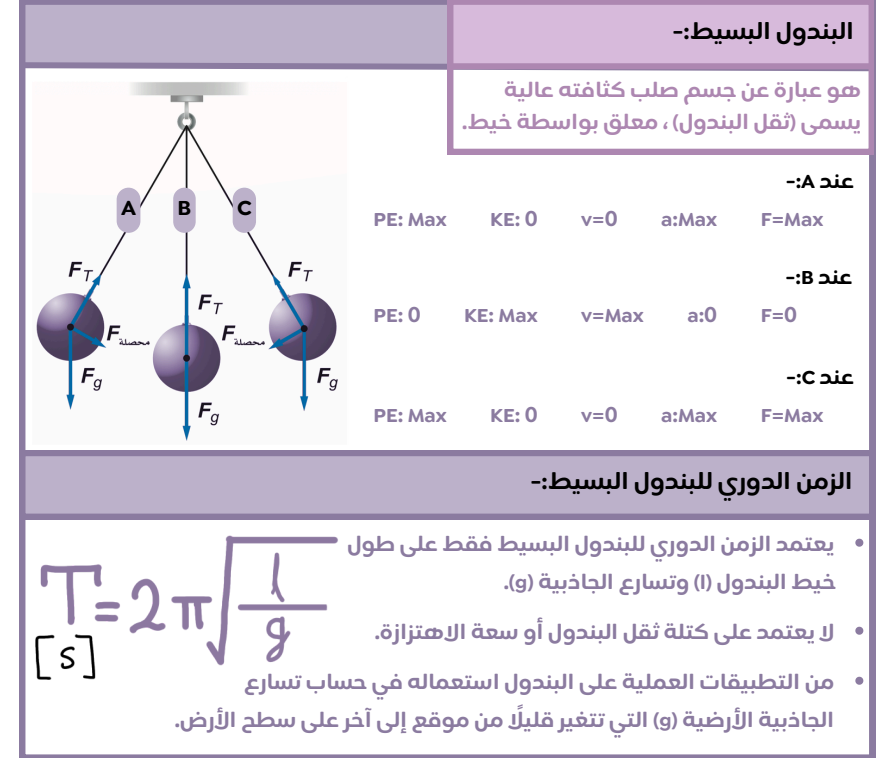
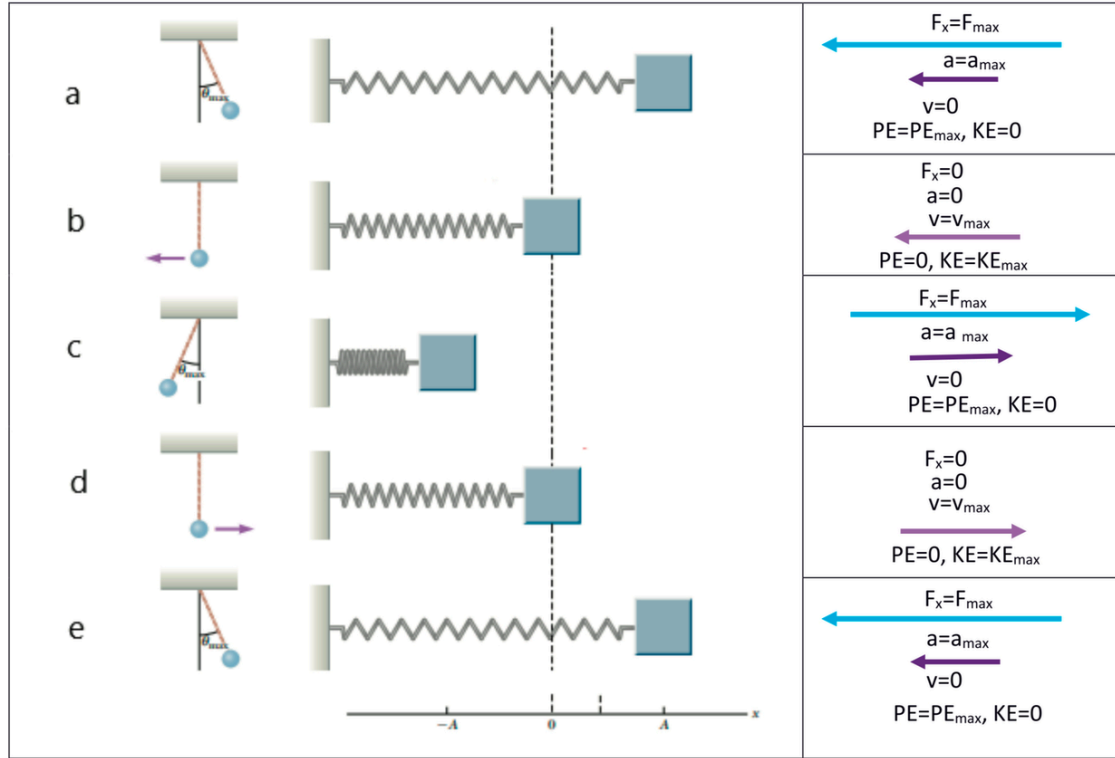
- يكون الجسم في موضع يكون فيها في حالة اتزان.
- عند سحب الجسم بعيداً عن موضع اتزانه تصبح القوة المحصلة المؤثرة في النظام لا تساوي صفراً.
- تعمل هذه القوة المحصلة على إعادة الجسم إلى موضع الاتزان.
- تتناسب القوة التي تعيد الجسم إلى موضع اتزانه تناسباً طردياً مع إزاحة الجسم و تسمى هذه الحركة بالحركة التوافقية البسيطة.

الحركة التوافقية البسيطة:-

هي الحركة التي تتناسب فيها القوة التي تعيد الجسم إلى موضع اتزانه تناسباً طردياً مع إزاحة الجسم.

كميّتان لوصف الحركة التوافقية البسيطة:-

- الزمن الدوري (T)
- سعة الاهتزازة (A)



علل: إذا كانت عجلات السيارة غير متوازنة فسوف تهتز بقوة عند سرعة محددة، ولا يحدث ذلك عند سرعات أكبر أو أقل.

لأنه عند تلك السرعة يقترب تردد دوران الإطار مع التردد الطبيعي للسيارة، مما يؤدي إلى حدوث الرنين.

الرنين:-

حالة تحدث عندما تؤثر قوة صغيرة في جسم متذبذب أو مهتز في فترات زمنية منتظمة، بحيث تؤدي إلى زيادة سعة الاهتزازة.

علل: يسير الجنود على الجسر بخطوات غير منتظمة.

حتى لا تحدث حالة الرنين وينهار الجسر عندما يتساوى تردد خطواتهم مع التردد الطبيعي لمادة الجسر.

الرنين:-

- يعد الرنين شكلاً مميزاً للحركة التوافقية البسيطة.
- في الرنين تكون الفترة الزمنية الفاصلة بين تطبيق القوة على الجسم المهتز مساوية للزمن الدوري للاهتزازة.

أمثلة على الرنين:-

- أرجحة السيارة إلى الأمام والخلف من أجل تحرير عجلاتها من الرمل أو الثلج.
- والقفز المتواتر عن لوح القفز أو الغوص.
- قد تؤدي حركة الجمهور المنتظمة إلى تحطيم هيكل الشرفة عند قفزهم إلى أعلى وأسفل بزمان دوري مساوٍ للزمن الدوري الطبيعي لاهتزاز هذه الشرفة.

أنواع الموجات الميكانيكية:-			الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية	الموجة:-
الموجات الطولية	الموجات المستعرضة	التعريف	هي موجات تحتاج لوسط مادي تنتقل خلاله ، ويمكنها الانتقال في الفراغ.	هي موجات تحتاج لوسط مادي تنتقل خلاله ، ولا يمكنها الانتقال في الفراغ.	هي اضطراب يحمل الطاقة خلال الفراغ أو المادة دون أن تنتقل مادة الوسط.
هي موجات تنتشر في اتجاه يوازي (نفس أو عكس) اتجاه اهتزازها.	هي موجات تنتشر في اتجاه عمودي على اتجاه اهتزازها.	أمثلة	موجات الصوت - موجات الماء - الموجات اللاسلكية - موجات الراديو أو التلفزيون	موجات الضوء - الموجات	النبضة الموجية:- اضطراب (موجة) مفرد ينتقل خلال الوسط.
أمثلة	أمثلة	الموجات السطحية (البحرية):-	هي موجات لها خصائص الموجات الطولية والمستعرضة، حيث تهتز فيها جزيئات الوسط في اتجاه مواز وعمودي على اتجاه حركة الموجة.	هي موجات لها خصائص الموجات الطولية والمستعرضة، حيث تهتز فيها جزيئات الوسط في اتجاه مواز وعمودي على اتجاه حركة الموجة.	الموجة الدورية:- هي نبضات موجية متلاحقة تنتشر بالمعدل نفسه. هي موجة ميكانيكية تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل بالمعدل نفسه.
موجات الصوت - الموجات في النابض	موجات الماء - الموجات في الحبل - (الموجات الكهرومغناطيسية)	• الموجات في أعماق المحيطات طولية فقط. • مصدر طاقة هذه الموجات يأتي من الرياح التي استمدت طاقتها من الشمس.			

عل: موجات الضوء مستعرضة.
لأن الموجة تهتز في اتجاه عمودي على اتجاه انتشارها.

عل: موجات الصوت ميكانيكية بينما موجات الضوء كهرومغناطيسية.
لأن موجات الصوت تحتاج لوسط ناقل بينما موجات الضوء يمكنها الانتقال خلال الفراغ.

عل: يستخدم رواد الفضاء الأجهزة اللاسلكية للتخاطب على سطح القمر.
لأن القمر لا يحتوي على غلاف غازي وموجات الصوت ميكانيكية لا تنتقل خلال الفراغ بينما الموجات اللاسلكية كهرومغناطيسية تنتقل خلال الفراغ.

عل: نرى الضوء الناتج عن الانفجارات في باطن الشمس بينما لا نسمع صوت تلك الانفجارات.
لأن موجات الضوء كهرومغناطيسية يمكنها الانتقال خلال الفراغ بين الأرض والشمس بينما موجات الصوت ميكانيكية لا تنتقل في الفراغ.

الطول الموجي:-
هو أقصر مسافة بين أي نقطتين بحيث يتكرر عندهما نمط الموجة نفسه.
• المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين، تساوي الطول الموجي، ويرمز للطول الموجي لموجة ما بالرمز λ .

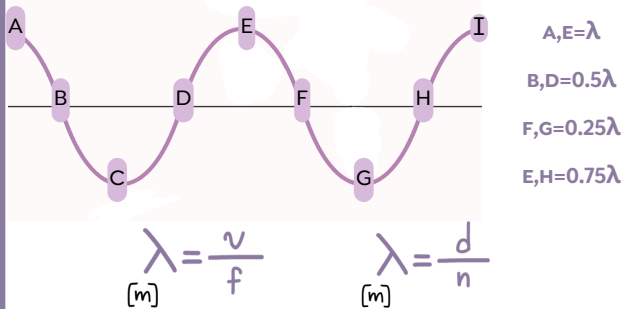
القمة:-
هي أعلى نقطة في الموجة.
القاع:-
هو أخفض نقطة في الموجة.

سعة الموجة:-
هي أقصى إزاحة للموجة عن موضع سكونها أو اتزانها.
تعتمد سعة الموجة على كيفية توليدها، ولا تعتمد على سرعتها.
يجب أن يبذل شغل أكبر لتوليد موجة سعتها كبيرة.
تنقل الموجة ذات السعة الكبيرة طاقة أكبر.
الموجة ذات السعة القليلة تحرك الرمل، أما الكبيرة تقتلع الأشجار.
يتناسب معدل نقل الموجات المتحركة للطاقة طرديًا مع مربع السعة.

سرعة الموجة الدورية:-
يمكن إيجاد سرعة انتقال الموجة الدورية بالطريقة نفسها التي نحدد بها سرعة سيارة.
$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \text{ [m/s]}$$

وتعتمد سرعة الموجة في الموجات الميكانيكية المستعرضة والطولية على خصائص الوسط الذي تنتقل خلاله فقط (ما عدا الموجات السطحية).
• أمثلة: يؤثر عمق الماء في سرعة موجات الماء المتكونة فيه، وتؤثر درجة حرارة الهواء في سرعة موجات الصوت التي تنتشر فيه.

حساب الطول الموجي:-



الزمن الدوري والتردد:-

- يكون الزمن الدوري للموجة مساوياً الزمن الدوري للمصدر.
- تردد الموجة يساوي مقلوب زمنها الدوري (علاقة عكسية).

$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{t}{n}$$

[Hz] [s]

- يعتمد الزمن الدوري للموجة وترددها على مصدرها فقط، ولا يعتمدان على الوسط الذي تنتقل خلاله أو على سرعة الموجة.

الطور:-

- إن أي نقطتين في الموجة تكونان في الطور نفسه إذا كانت المسافة بينهما تساوي طولاً موجياً واحداً أو مضاعفاته.
- يعد جسيमान في الطور نفسه، إذا كان لهما الإزاحة نفسها عن موضع الإتزان ولهما السرعة المتجهة نفسها (مثل: قمة وقمة).
- إذا كان الجسيمان متعاكسين في الإزاحة و السرعة المتجهة، فإنهما يكونان مختلفين في الطور بـ 180. (مثل: قمة وقاع).
- أي نقطتين في الموجة يمكن أن تكونا مختلفتين في الطور بين 0 و 180 إحداهما بالنسبة إلى الأخرى.

طول الموجة المستعرضة:-

هو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين.

التردد:-

هو عدد الاهتزازات الكاملة التي يتمها الجسم المهتز في الثانية الواحدة.

السرعة	الطول الموجي	التردد	الزمن الدوري	
الوسط فقط	المصدر والوسط	المصدر فقط	المصدر فقط	يعتمد على

الموجة الساقطة:-

هي الموجة التي تصطم بالحد الفاصل بين الوسطين.

الموجة المنعكسة:-

هي الموجة التي ترتد بعض طاقتها عن الحد الفاصل بين الوسطين.

التداخل:-

هو الأثر الناتج عن تراكب نبضتين أو أكثر.

مبدأ التراكب:-

الإزاحة الحادثة في وسط والناتجة عن نبضتين أو أكثر تساوي المجموع الجبري للإزاحات الناتجة عن كل نبضة على حده.

البطون:-

هي المناطق التي تقابل أكبر سعة.

العقد:-

هي المناطق التي لم تتحرك مطلقاً (إزاحتها تساوي صفراً).

الموجات عند الحواجز:-

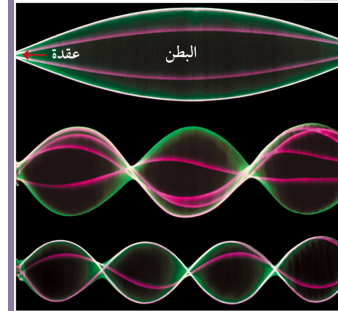
حاجز صلب	حبل مثبت بحلقة حرة الحركة	بين وسطين من أقل إلى أكثر	بين وسطين من أكثر إلى أقل	ملاحظات
قبل				
بعد				
• تكون سعة النبضة المرتدة مساوية تقريباً لسعة النبضة الساقطة. عندما تنعكس الساقطة، ينتقل القليل منها للحائط. • النبضة تنقلب للأسفل نتيجة لقوتي الفعل ورد الفعل.	النبضة تنعكس ولكنها لن تنقلب.	تكون سعة النبضة المنعكسة أصغر لأن جزءاً من طاقة الموجة الساقطة ينتقل للنبضة النافذة. • تكون سرعة النبضة في النابض الأقل سمكاً أكبر.		

التداخل البنائي	التداخل الهدمي	التعريف
تداخل حادث عندما تلتقي موجتان تنتشران في اتجاهين متعاكسين، وتكون إزاحتهما في الاتجاه نفسه، حيث تلتقي قمة من الموجة الأولى مع قمة من الموجة الثانية.	هو التداخل الحادث عندما تلتقي موجتان تنتشران في اتجاهين متعاكسين، وتكون إزاحتهما في اتجاهين متضادين، حيث تلتقي قمة من الموجة الأولى مع قاع من الموجة الثانية.	
		الرسم

الموجة الموقوفة:-

هي الموجة التي تظهر واقفة أو ساكنة وتنتج من تداخل موجتين تتحركان في اتجاهين متعاكسين.

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$



$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

- تكون العقدتان عند طرفي الحبل.
- يكون البطن في وسط النبضة.
- عند زيادة التردد أكثر تتولد عقد وبطن أكثر.
- عدد العقد في الموجة الموقوفة يزيد عن عدد البطن بمقدار واحد.
- عند ضبط حركة يدك بحيث يتساوى زمن اهتزاز يدك مع زمن دورة النبضة كاملة، يحدث تداخل بنائي مع الموجة المنعكسة، مما يزيد من سعة الاهتزاز لتصبح أكبر من سعة حركة يدك. هذا هو مثال على الرنين الميكانيكي.

انعكاس الموجات:-

هو ارتداد الموجات داخل الوسط عند اصطدامها بسطح عاكس.

العمود المقام:-

هو الخط المتعامد مع الحاجز عند نقطة السقوط.

زاوية السقوط:-

هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط.

زاوية الانعكاس:-

هي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط.

قانون الانعكاس:-

زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.

- سبب الصدى هو انعكاس الصوت عن سطح صلب مثل حائط مخزن كبير، أو جرف صخري بعيد.

علل: تنكسر الموجة عندما تنتقل بين وسطين مختلفين.

بسبب اختلاف سرعة الموجة في الوسطين (بسبب اختلاف كثافة الوسطين).

طول الموجة الموقوفة:-

هو ضعف المسافة بين عقدتين أو بطنين متتاليتين.

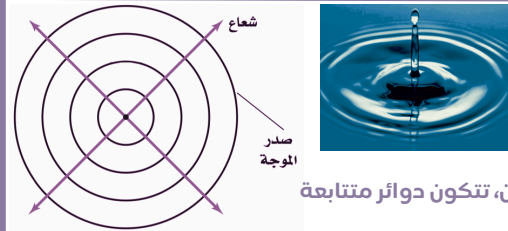
الشعاع:-

هو الخط الذي يبين اتجاه الموجة المنتقلة، ويكون عمودياً على قمة (صدر) الموجة.

تمثيل الموجات في بعدين:-

صدر الموجة:-

هو الخط الذي يمثل قمة الموجة في بعدين.



- عند تحريك إصبعك بتردد ثابت في الماء الساكن، تتكون دوائر متتابعة مركزها إصبعك، وتُعرف بصدور الموجات.

- يمكن استعمال صدر الموجة لتوضيح الموجات الدائرية والموجات المستقيمة.

- تبين صدور الموجات الطول الموجي لهذه الموجات، ولكن لا تبين سعتها.

- تتحرك الموجات التي تتحرك في بعدين في اتجاه متعامد مع صدور هذه الموجات، ويُمثل هذا الاتجاه بشعاع على شكل خط يصنع زاوية قائمة مع صدر الموجة أو مماسها.

- إذا أردت بيان اتجاه انتقال الموجة فقط فإنه من الملائم أن ترسم أشعة بدلاً من صدور الموجات.

انكسار الموجات:-

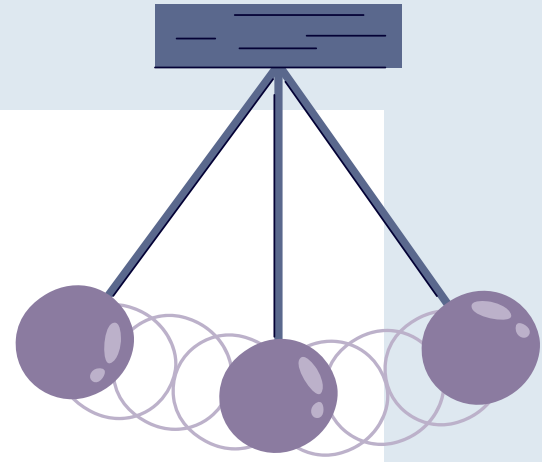
هو التغير في اتجاه انتشار الموجات عند الحد الفاصل بين وسطين مختلفين.

- عند انتقال الموجة من منطقة الماء العميق إلى منطقة الماء الضحل تقل سرعتها، ويتغير اتجاهها.

- لأن الموجات في منطقة الماء الضحلة تولدت من الموجات القادمة من منطقة الماء الأعماق، فإن يتردها لن يتغير.

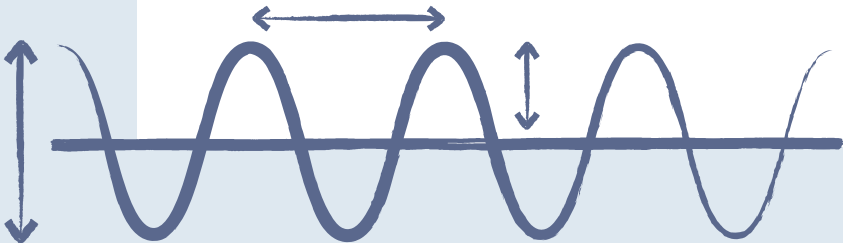
- استناداً إلى المعادلة $\lambda = v/f$ ، فإن تناقص سرعة الموجات يعني أن الطول الموجي يكون أقصر في منطقة الماء الضحلة.

- الانكسار مسؤول جزئياً عن تكون قوس المطر، فعندما يمر الضوء الأبيض خلال قطرات المطر تعمل هذه القطرات على تحليل الضوء الأبيض إلى ألوانه (ألوان الطيف المرئي السبعة) بفعل الانكسار.



الوحدة الثانية

الصوت



@astrophys9.8

سرعة موجة الصوت:-

- تعتمد سرعة الصوت في الهواء على درجة الحرارة، حيث تزداد السرعة في الهواء بزيادة درجة الحرارة وبمقدار 0.6m/s لكل درجة سيليزية واحدة.

$$v = 331 + 0.6T^{\circ}$$

m/s	الوسط
331	الهواء (0 °C)
343	الهواء (20 °C)
972	الهيليوم (0 °C)
1493	الماء (25 °C)
1533	ماء البحر (25 °C)
3560	النفاس (25 °C)
5130	الحديد (25 °C)

ملاحظة: الجدول
ليبين للحفظ

- تكون سرعة الصوت عمومًا في المواد الصلبة أكبر منها في السائلة، وأكبر منها في الغازات.

- الصوت لا ينتقل في الفراغ.

عل: لا ينتقل الصوت في الفراغ.

لعدم وجود جزيئات تهتز وتنقل
الموجة

تردد الموجة (الصوتية):-

فهو عدد الاهتزازات (التغيرات) في
قيمة الضغط في الثانية الواحدة.

الطول الموجة (الصوتية):-

المسافة بين مركزي ضغط
مرتفع أو منخفض متتاليين.

عل: يُعد الصوت موجة طولية.

لأن جزيئات الهواء تهتز موازية
لاتجاه حركة الموجة.

عل: نرى البرق قبل سماع
صوت الرعد.

لأن سرعة موجات الضوء أكبر بكثير
من سرعة موجات الصوت.

عل: لا يستطيع شرطي يقف
على جانب الطريق استعمال
الرادار لتحديد سرعة سيارة في
اللحظة التي تمر فيها أمامه.

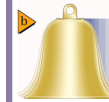
لأنه يجب أن تتحرك السيارة مقتربة
أو مبتعدة عن المراقب لملاحظة
تأثير دوبلر، حيث لا تُنتج الحركة
المستعرضة أي أثر لتأثير دوبلر.

عل: تستخدم الخفافيش الموجات
الصوتية في التمييز بين الحشرات
الصغيرة والخفافيش الأخرى.

لاختلاف الموجات المنعكسة في
الشدة، حيث تعكس الحشرات الصغيرة
طاقة صوتية أقل في اتجاه الخفاش.

الموجة الصوتية:-

هي انتقال تغيرات الضغط خلال المادة.



- عند اهتزاز الجرس، تصدم حافته بجزيئات الهواء، فتتحرك بسرعة كبيرة عند اندفاع الحافة للأمام، وبسرعة أقل عند ارتدادها للخلف.

- تؤدي حركة الجرس إلى الأمام إلى تشكل منطقة يكون فيها ضغط الهواء أكبر قليلاً من المتوسط.

- وتؤدي حركته للخلف إلى تشكل منطقة يكون بها ضغط الهواء أقل قليلاً من المتوسط.

- تؤدي التصادمات بين جزيئات الهواء إلى انتقال تغيرات الضغط بعيداً عن الجرس في كل الاتجاهات.

صدى الصوت:-

- هو موجات الصوت المنعكسة عند وصولها إلى مصدرها.
- هو تكرار سماع الصوت نتيجة انعكاسه.

- تقطع موجات الصوت المسافة مرتين (مرة ذهاباً ومرة إياباً) في الصدى.
- يستعمل هذا المبدأ الخفافيش وبعض السفن التي تستعمل السونار.

$$v = \frac{2d}{t}$$

البقع الميتة:-

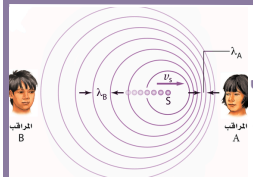
هي نقاط تنشأ نتيجة تداخل موجتان صوتيتان، حيث يكون عندها الصوت ضعيفاً جداً، ويكون موقعها عند العقد.

تطبيقات تأثير دوبلر:-

- تستعمل كواشف الرادار تأثير دوبلر لقياس سرعة كرات البيسبول والمركبات.
- يراقب علماء الفلك الضوء المنبعث من المجرات البعيدة، ويستعملون تأثير دوبلر لقياس سرعاتها، ويستنتجون بعدها عن الأرض.
- يستعمل في الطب لقياس سرعة حركة جدار قلب الجنين بجهاز الموجات فوق الصوتية.
- وتستعمل الخفافيش تأثير دوبلر في الكشف عن الحشرات الطائرة واقتناسها.

تأثير (انزياح) دوبلر:-

هو انزياح أو تغير التردد بالحركة.



- عندما يقترب مصدر الصوت من المراقب، تتقارب الموجات الصوتية، فيقل الطول الموجي ويزداد التردد، مما يجعل الصوت أعلى.

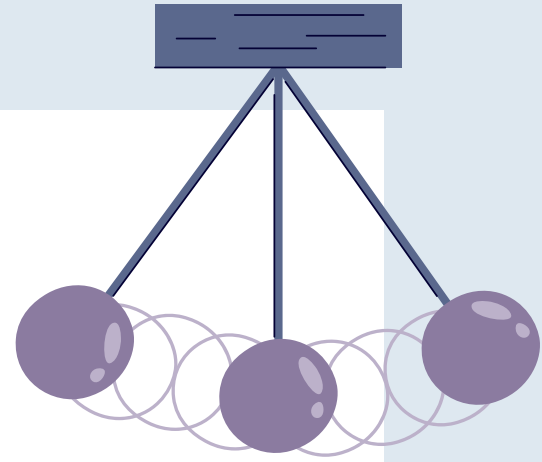
- عندما يقترب مصدر الصوت من المراقب، تتقارب الموجات الصوتية، فيقل الطول الموجي ويزداد التردد، مما يجعل الصوت أعلى.

- تردد المراقب f_d
- تردد المصدر f_s
- سرعة المراقب v_d
- سرعة المصدر v_s

$$f_d = f_s \left(\frac{v + v_d}{v - v_s} \right)$$

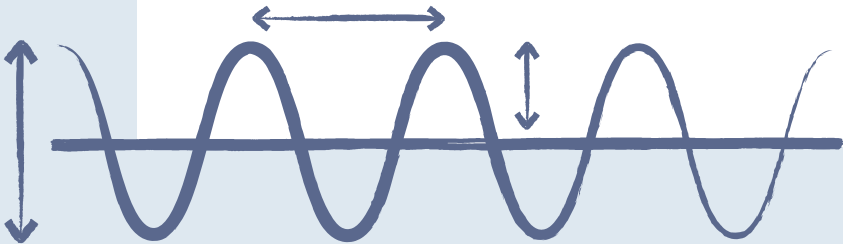
إشارة سرعة المراقب v_d





الوحدة الثالثة

أساسيات الضوء



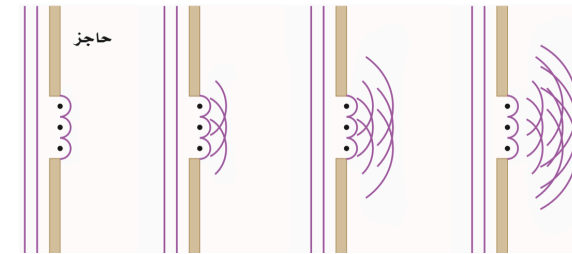
@astrophys9.8

الحيود والنموذج الموجي للضوء:-

- لاحظ العالم فرانسيسكو ماري أن حواف الظلال ليست حادة تمامًا.
- حيث أدخل حزمة ضيقة من الضوء إلى غرفة مظلمة، وعند وضع عصا أمامها، وجد أن ظلها على السطح الأبيض كان أعرض من المتوقع إذا كان الضوء يسير في خط مستقيم.
- كما أنه لاحظ أن الظل محاط بحزم ملونة وعرف هذه الظاهرة بالحيود.

تفسير العالم هيجنز لظاهرة الحيود:-

- يمكن اعتبار كل نقطة على صدر الموجة الضوئية كمصدر لموجات صغيرة جديدة.
- تنتشر هذه الموجات الصغيرة في جميع الاتجاهات بعضها خلف بعض .
- يتكون صدر الموجة المستوية من عدد غير محدود من المصادر النقطية في خط واحد
- عندما يعبر صدر الموجة المستوية هذا حافة ما فإن الحافة تقطع صدر الموجة حيث تنتشر كل موجة دائرية تولدت بواسطة أينقطة من نقاط هيجنز على شكل موجة دائرية في الحيز الذي انحنى عنده صدر الموجة الأصلية.



الحيود:-

هو انحناء الضوء حول حواف الحواجز.

علل: تستطيع سماع صوت شخص يتحدث في الغرفة المجاورة بينما لا تستطيع رؤيته.

لأن الصوت يحيد بانحرافه حول حافة الباب، بينما الحيود في الضوء يكون أقل وضوحاً مقارنة بالصوت.

علل: الحيود في الضوء يكون أقل وضوحاً مقارنة بالصوت.

لأن طول موجات الضوء أقل بكثير من طول موجات الصوت فيكون الحيود في الضوء أقل وضوحاً مقارنة بالصوت

الاستقطاب بالترشيح (الفلتر):-

- تحتوي أوساط الاستقطاب على جزيئات طويلة تتمكن خلالها الإلكترونات من التذبذب أو الحركة إلى الأمام وإلى الخلف، جميعها في الاتجاه نفسه.
- عند انتقال الضوء عبر الجزيئات، تمتص الإلكترونات الموجات الضوئية التي تتذبذب في نفس اتجاه تذبذبها، بينما تسمح بمرور الموجات المتذبذبة في اتجاه عمودي، وتكون الموجات المارة موازية لمحور الاستقطاب.
- الضوء العادي يحتوي على موجات تهتز في جميع الاتجاهات. عند مروره عبر وسط استقطاب، ينفذ نصف الضوء تقريباً، مما يؤدي إلى تقليل شدته بمقدار النصف. يُسمى هذا الوسط مرشح (فلتر) الاستقطاب.

الاستقطاب بالانعكاس:-

- عند النظر من خلال مرشح استقطاب أو نظارات شمسية إلى الضوء المنعكس من سطح طريق أو زجاج، ومراقبة التدوير، ستلاحظ تزايد ثم انخفاض في شدة الضوء، مما يدل على استقطاب جزئي للضوء في اتجاه السطح عند انعكاسه.
- تحتوي الأشعة الضوئية المنعكسة على ضوء متذبذب بشكل مواز لسطح الطريق أو الزجاج، لذلك يستخدم المصورون مرشحات استقطاب على عدسات الكاميرا لحجب هذا الضوء المنعكس.

علل: عندما ننظر خلال مرشح استقطاب أو نظارة شمسية إلى الضوء المنعكس عن طريق أو لوح زجاجي وتدور المرشح أو النظارة ستلاحظ أن الضوء يسطع ثم يخفت

لأن الضوء المنعكس عن سطح الزجاج أو الطريق مستقطب جزئياً للضوء في اتجاه سطح الطريق أو الزجاج.

تحليل الاستقطاب:-

- عند وضع مرشح استقطاب في مسار ضوء مستقطب، إذا كان محورا استقطاب المرشحين متوازيين، يمر الضوء عبر المرشح الثاني، أما إذا كانا متعامدين، لا يمر الضوء.
- عند وضع مرشح استقطاب بين مرشحين محور استقطابهما متعامد، ولن يوازي محور استقطابه محور أي من المرشحين، لن يمر الضوء من المرشح الثاني.
- يُسمى القانون الذي يوضح انخفاض شدة الضوء عند مروره عبر مرشح استقطاب ثاني بقانون مالوس.

الاستقطاب:-

هو إنتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد.

محور الاستقطاب:-

هو اتجاه وسط الاستقطاب المتعامد مع الجزيئات الطويلة.

علل: لا يمكن استقطاب موجات الصوت.

لأن موجات الصوت طويلة تتذبذب في مستوى واحد مواز لاتجاه انتشارها.

علل: للتخلص من الوهج الصادر من سطح الطريق يجب توجيه محور استقطاب النظارة الشمسية في الاتجاه الرأسي

لأن الضوء المنعكس عن سطح الطريق مستقطب في اتجاه يوازي سطح الطريق.

علل: يستخدم مصورا الفوتوجراف مرشحات استقطاب بتثبيتها على عدسات الكاميرا

لحجب الأشعة الضوئية المنعكسة عن سطح الطريق أو الأسطح الزجاجية والتي تحتوي على كمية كبيرة من الضوء المتذبذب بشكل مواز لسطح الطريق أو الزجاج.

بدلالة التردد	بدلالة الطول الموجي	
$f_d = f_s \left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$	$\lambda_d - \lambda = \Delta\lambda = \pm \left(\frac{v}{c}\right)\lambda$	القانون
إذا اقترب المصدر من المراقب	إذا ابتعد المصدر عن المراقب	+
إذا ابتعد المصدر عن المراقب	إذا اقترب المصدر من المراقب	-

ملاحظات مهمة:-

- إن التغير الموجب في الطول الموجي يعني أن الضوء مزاح نحو الأحمر، وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر في اتجاه مبتعدا عن المراقب.
- والتغير السالب في الطول الموجي يعني أن الضوء مزاح نحو الأزرق، وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر في اتجاه مقترب من المراقب.
- يستطيع الباحثون تحديد كيفية تحرك الأجسام الفلكية، مثل المجرات، بالنسبة للأرض، وذلك بمراقبة انزياح دوبلر للضوء. ويتم ذلك عن طريق مراقبة طيف الضوء المنبعث من النجوم في المجرة باستخدام جهاز يُسمى المطياف.
- توصل إدوين هابل أن الكون يتمدد.

عل: توصل العالم (إدوين هابل) إلى أن الكون يتمدد.

بتحليل طيف الانبعاث القادم من عدة مجرات ، لاحظ أن خطوط الطيف للعناصر المألوفة كانت ذات أطوال موجية أطول من المتوقع ، أي أنها مزاحة نحو نهاية الطيف ذي اللون الأحمر ، واستنتج من ذلك أن المجرات جميعها تتحرك مبتعدة عن الأرض.

تردد الضوء الملاحظ:-

هو تردد الضوء كما يراه المراقب.

قانون مالوس:-

مدى انخفاض شدة الضوء عند مروره عبر مرشح استقطاب ثاني. شدة الضوء المار من مرشح الاستقطاب الثاني تساوي حاصل ضرب شدة الضوء المار من المرشح الأول في مربع جيب تمام الزاوية بين محوري استقطاب المرشحين.

$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

مستقطب

$$I = 0.5 I_0$$

غير مستقطب

- يُسمى مرشح الاستقطاب الذي يستخدم قانون مالوس لتحقيق ما تقدم بالمحلل.
- تستخدم المحلات لتحديد استقطاب الضوء المنبعث من أي مصدر ضوئي.

المحلل:-

هو مرشح استقطاب يسمح بمرور جزء من الضوء عندما يوضع بين مرشحي استقطاب محورا استقطابهما متعامدين.

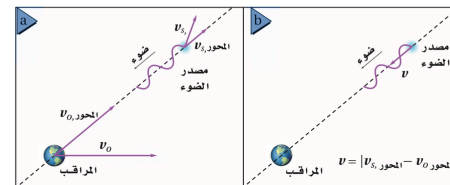
سرعة الموجات الضوئية c:-

- يمكن وصف الضوء بوساطة النماذج الرياضية نفسها التي تستخدم في وصف الموجات عموماً، لأن الضوء له خصائص موجية.
- يمكن قياس تردد الضوء بدقة باستخدام أجهزة الليزر والساعات الذرية، بينما تقاس الأطوال الموجية بدقة أقل. سرعة الضوء في الفراغ تساوي 3×10^8 m/s تختلف ترددات وأطوال الموجات لألوان الضوء، لكنها تنتقل جميعها بنفس السرعة، ويمكن حساب الطول الموجي إذا كان التردد معروفاً والعكس صحيح.

$$c = \lambda f$$

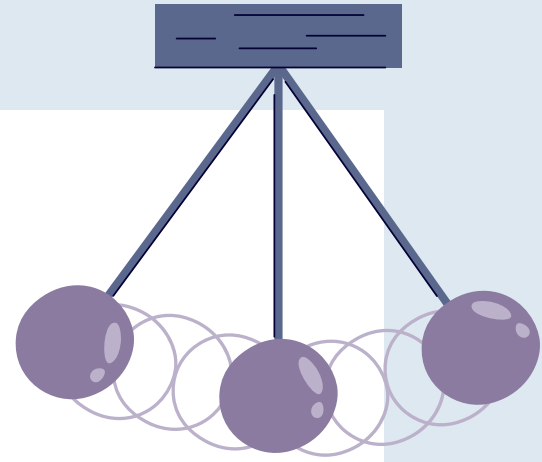
الحركة النسبية والضوء:-

- إذا كان مصدر الصوت أو المستمع متحركاً فسيغير تردد الصوت الذي يسمعه المستمع، وهذا صحيح أيضاً بالنسبة للضوء.
- العوامل المؤثرة في تأثير دوبلر هي فقط مركبتا السرعتين المتجهتين على امتداد المحور بين المصدر والمراقب.



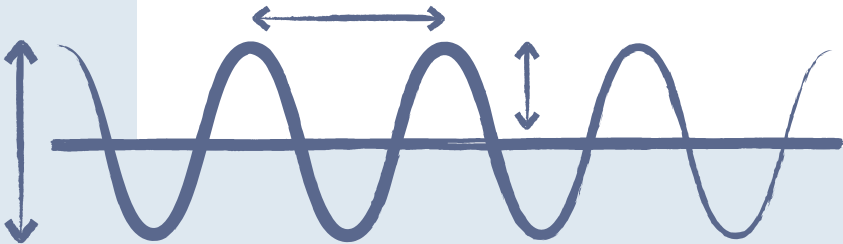
السرعة النسبية:-

هي مقدار الفرق بين السرعتين المتجهتين لكل من المصدر والمراقب.



الوحدة الرابعة

الانعكاس والمرآيا



@astrophys9.8

الصورة الحقيقية:-

هي التي تتكون من التقاء الأشعة المنعكسة، ويمكن جمعها على حاجز، وتكون مقلوبة.

الصورة التقديرية:-

هي التي تتكون من التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة، ولا يمكن جمعها على حاجز، وتكون معتدلة.

الطريقة الهندسية لتحديد موقع الصورة:-

- تعد طريقة رسم مسارات الأشعة المنعكسة عن المرايا المقعرة مفيدة في تحديد موقع الصورة، ليس لأن موقع الصورة هو الذي يتغير فقط، بل لأن حجمها ووضعها أيضًا يتغيران.
- يستخدم مخطط الأشعة للكشف عن خصائص الصور التي تكوّنهما المرايا المقعرة.
- ارسم المحور الرئيس وحدد مواقع الجسم و C (مركز التكور) و F (البؤرة) وفق مقياس الرسم، ثم ارسم المرآة وسهّمها يمثل الجسم.
- ارسم شعاعًا موازيًا للمحور فينعكس مازًا بالبؤرة، وشعاعًا يمر بالبؤرة فينعكس موازيًا للمحور.
- تكوّن الصورة عند نقطة تقاطع الشعاعين المنعكسين أو امتداديهما.

مقدمة:-

المرآة الكروية:-

هي المرآة التي يكون سطحها العاكس جزء من سطح كروي أجوف.

- تعمل الملعقة اللامعة كمرآة كروية ذات سطح مقعر وآخر محدب، لذا يختلف انعكاسها عن المرآة المستوية، وتعتمد الصورة المتكوّنة على شكل المرآة وموقع الجسم.

يوجد نوعين من المرايا الكروية:-

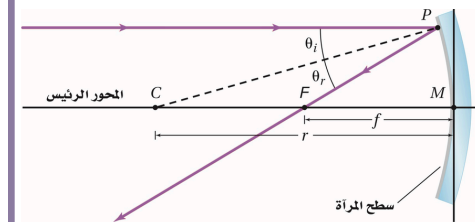
- المرآة المقعرة (المُجمعة أو اللامعة)
- المرآة المحدبة (المُفرقة أو المُشتتة)

المرايا المقعرة:-

هي سطح عاكس حوافه منحنية نحو المشاهد.

- تتغير خصائص المرآة المقعرة على مدى تقعرها.

هي سطح عاكس مأخوذ كجزء من كرة جوفاء سطحها الداخلي عاكس للضوء.



- وللمرآة الكروية المقعرة المركز الهندسي نفسه C ، ونصف قطر التكور r نفسه، الخاصين بالكرة.

قطب المرآة M :-

هو خط مستقيم متعامد مع سطح المرآة، ويقسمها إلى نصفين.

المحور الرئيسي للمرآة CM :-

هو خط مستقيم متعامد مع سطح المرآة، ويقسمها إلى نصفين.

البعد البؤري للمرآة f :-

هو المسافة بين قطب المرآة وبؤرتها الأصلية.

البؤرة الأصلية للمرآة F :-

هي النقطة التي تتجمع فيها انعكاسات الأشعة الساقطة متوازية وموازية للمحور الرئيسي.

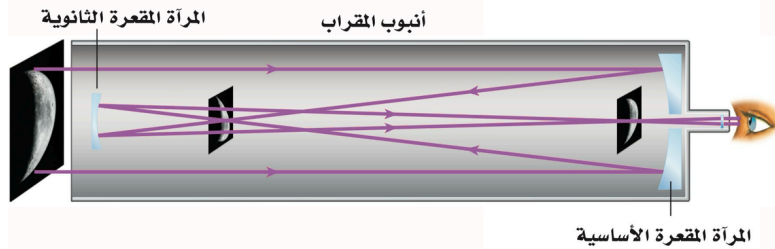
- البعد البؤري f يساوي نصف قطر التكور، لذا $f = r/2$

- يكون البعد البؤري f موجبًا للمرآة المقعرة.

خواص الصور المتكوّنة في المرآة المقعرة:-

خواص الصورة المتكوّنة	مسارات الأشعة	بعد الجسم عن المرآة	
- الصورة: حقيقية - مقلوبة - مُصغرة - موقعها: بين مركز تكور المرآة وبؤرتها الأصلية		خلف مركز تكور المرآة	1
- الصورة: حقيقية - مقلوبة - مساوية - موقعها: عند مركز تكور المرآة		على مركز تكور المرآة	2
- الصورة: حقيقية - مقلوبة - مُكبّرة - موقعها: خلف مركز تكور المرآة		بين مركز تكور المرآة وبؤرتها الأصلية	3

مقرب جرجوريان:-

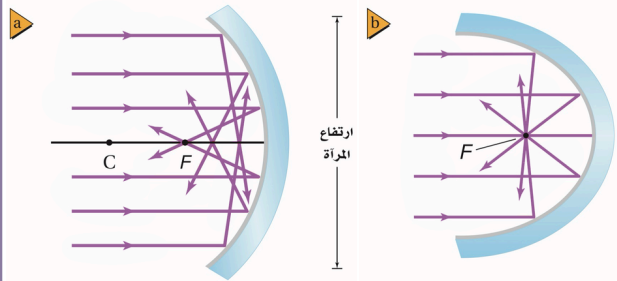


- طوّر العالم الأسكتلندي جيمس جرجوري عام 1663 مقرب جرجوريان لحل مشكلة الصورة المقلوبة في المراة المقعرة.
- يتكوّن من مرآتين مقعرتين (كبيرة وصغيرة)، حيث تعكس المراة الصغيرة الأشعة مرة أخرى لتكوين صورة حقيقية معتدلة.

خواص الصور المتكونة في المراة المقعرة (تكملة):-

خواص الصورة المتكونة	مسارات الأشعة	بعد الجسم عن المراة	
• لا تتكون صورة		عند البؤرة الأصلية للمراة	3
• الصورة: تقديرية - مُتعدلة - مُكبّرة • موقعها: خلف المراة		بين قُطب المراة وبؤرة المراة الأصلية	4

عيوب الصور الحقيقية في المرايا المقعرة:-



الزيغ (التشوه) الكروي:-

هو تجمع الأشعة الضوئية المنعكسة عن المراة في نقاط أقرب إلى المراة بعيداً عن البؤرة.

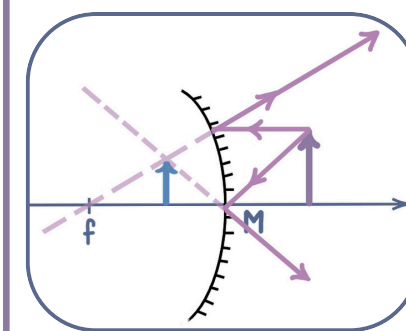
- يحدث عندما تنعكس الأشعة البعيدة عن المحور الرئيس في نقاط أقرب إلى المراة، فتتكوّن الصورة على شكل قرص بدل نقطة فتبدو غير واضحة.

طرق تقليل الزيغ الكروي:-

- استخدام مرايا على شكل قطع مكافئ بدل المرايا الكروية.
- استخدام مرايا ثانوية أو عدسات صغيرة لتصحيح الزيغ الكروي في المقرابات.
- تقليل نسبة ارتفاع المراة إلى نصف قطر تكورها.

المرايا المحدبة:-

هي سطح عاكس حوافه منحنية بعيداً عن المشاهد.
هي سطح عاكس مأخوذ كجزء من كرة جوفاء
سطحها الخارجي عاكس للضوء.



- تقع البؤرة ومركز التكور خلف المراة
- بؤرتها تقديرية لأنها تنتج من تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة ولا يمكن استقبالها على حائل
- يوضع الجسم على أي بعد من المراة فتتكون دائما صورة
- تقديرية معتدلة مصغرة داخل المراة

علل: يبدو بعد الصور المتكونة لأجسام في مرآة محدبة أكبر من بعدها الحقيقي

لأن المراة المحدبة تكون صوراً مصغرة للأجسام، فيكون قطر الصور المتكونة صغيراً مقارنة بالبعد عن المراة.

علل: تكون المرايا المحدبة دائماً صوراً تقديرية

لأن الأشعة تنعكس عنها مشتتة دائماً فتتلاقى امتداداتها.

خصائص الصور في مرآة مقعرة					
نوع المرآة	f	d_o	d_i	m	الصورة
مقعرة	+	$d_o > r$	$r > d_i > f$	مصغرة ومقلوبة	حقيقية
		$r > d_o > f$	$d_i > r$	مكبرة ومقلوبة	حقيقية
		$f > d_o > 0$	$ d_i > d_o$ (سالب)	مكبرة	تقديرية
محدبة	-	$d_o > 0$	$ f > d_i > 0$ (سالب)	مصغرة	تقديرية

علل: تُستخدم المرايا المحدبة على نطاق واسع على جوانب السيارات للرؤية الخلفية.

لأنها تكون صوراً مصغرة للأجسام مما يؤدي إلى توسيع المساحة، أو مجال الرؤية التي يراها المراقب، كما أن مجال الرؤية يكون مشاهد من أي زاوية للناظر بالنسبة للمحور الرئيسي للمرآة.

الطريقة الرياضية لتحديد موقع الصورة:-

معادلة المرآة:-

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

مقلوب البعد البؤري للمرآة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بعد الجسم ومقلوب بعد الصورة عن المرآة.

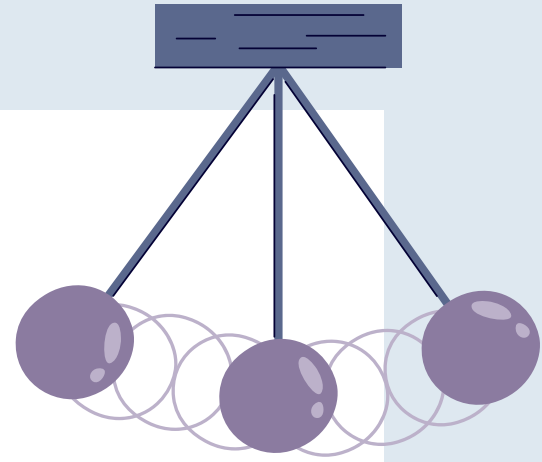
التكبير m:-

$$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$$

هو حاصل قسمة طول الصورة على طول الجسم.

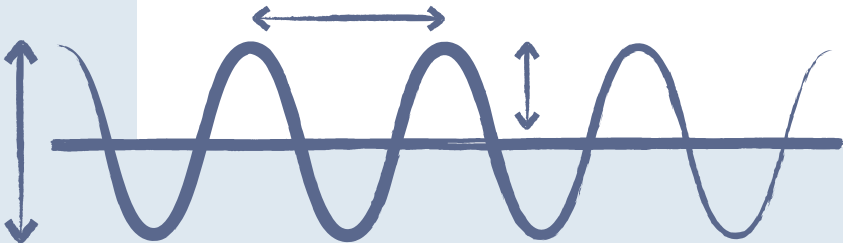
هو حاصل قسمة سالب بعد الصورة عن المرآة على بعد الجسم عن المرآة.

المرآة مقعرة	+	البعد البؤري f
المرآة محدبة	-	
الجسم حقيقي	+	بعد الجسم d _o
الجسم تقديري	-	
الصورة حقيقية	+	بعد الجسم d _i
الصورة تقديرية	-	
الصورة معتدلة	+	التكبير m
الصورة مقلوبة	-	



الوحدة الخامسة

الانكسار والعدسات



@astrophys9.8

أنواع العدسات:-

العدسة:-

هي قطعة من مادة شفافة مثل الزجاج أو البلاستيك، تُستخدم في تجميع الضوء أو تفريقه وتكوين الصور.



• يوجد نوعين من العدسات:-

1. العدسة المقعرة (المُفرقة)
2. العدسة المحدبة (المُجمعة أو اللامة)

الطريقة الهندسية لتحديد موقع الصورة:-

• تتكون الصور في العدسات عند موقع تقاطع شعاعين منكسرين في العدسة أو امتداداتهما، ومن الأشعة المستخدمة في تحديد موقع وخواص الصورة المتكونة:-

1. الشعاع الساقط موازي للمحور الرئيسي ينكسر ماراً هو أو امتداده بالبؤرة الأصلية للعدسة.
2. الشعاع الساقط ماراً هو أو امتداده بالبؤرة الأصلية ينكسر موازياً للمحور الرئيسي للعدسة.
3. الشعاع الساقط ماراً بالمركز البصري للعدسة يمر على استقامته بدون انكسار

المركز البصري للعدسة:-

هو نقطة تقاطع المستوى الأساسي للعدسة ومحورها الرئيسي.

خواص الصور المتكونة في العدسة المحدبة:-

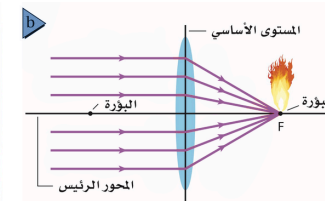
خواص الصورة المتكونة	مسارات الأشعة	بعد الجسم عن العدسة	
• الصورة: حقيقية - مقلوبة - مُصغرة • موقعها: بين مركز تكور العدسة وبؤرتها الأصلية		خلف مركز تكور العدسة	1
• الصورة: حقيقية - مقلوبة - مساوية • موقعها: عند مركز تكور العدسة		على مركز تكور العدسة	2
• الصورة: حقيقية - مقلوبة - مَكْبَرَة • موقعها: خلف مركز تكور العدسة		بين مركز تكور العدسة وبؤرتها الأصلية	3

العدسة المحدبة:-

• هي قطعة من مادة شفافة تكون أكثر سمكاً عند الوسط مما عند الطرفين.

• تُسمى العدسة محدبة لأنها أكثر سمكاً عند الوسط من الطرفين.

• تُسمى عدسة مُجمعة لأنها عندما تكون محاطة بمادة أقل في معامل الانكسار تكسر الأشعة المتوازية للمحور الرئيس فتتجمع في نقطة واحدة.



يمكن للعدسة المحدبة تجميع أشعة الشمس المتوازية عند البؤرة، مما يركز الطاقة الحرارية ويمكنه إشعال الأعشاب الجافة.

• توجد للعدسة بؤرتان على جانبيها، وتعمل بالطريقة نفسها عند تدويرها حول نفسها.

• ينكسر الضوء عند سطحي العدسة، ويُستخدم نموذج العدسة الرقيقة بافتراض أن الانكسار يحدث في مستوى أساسي يمر بمركز العدسة.

المستوى الأساسي للعدسة:-

هو خط مستقيم يمر بمركز العدسة وطرفيها.

خواص الصور المتكونة في المرآة المحدبة (تكملة):-

خواص الصورة المتكونة	مسارات الأشعة	بعد الجسم عن العدسة	
• لا تتكون صورة		عند البؤرة الأصلية للعدسة	3
• الصورة: تقديرية - مُتعدلة - مُكبّرة • موقعها: خلف الجسم		بين العدسة وبؤرة العدسة الأصلية	4

معادلتا العدسات المحدبة والمقعرة:-

المعادلة العامة للعدسات الرقيقة:-

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

مقلوب البعد البؤري للعدسة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بعد الصورة ومقلوب بعد الجسم عن العدسة.

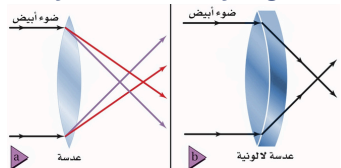
التكبير (m):-

$$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$$

هو حاصل قسمة طول الصورة على طول الجسم.
هو حاصل قسمة سالب بعد الصورة عن العدسة على بعد الجسم عن العدسة.

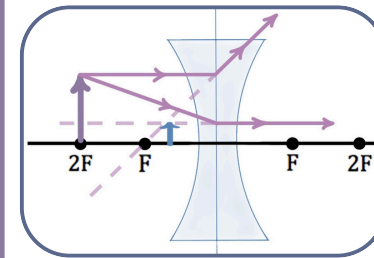
عيوب العدسات الكروية:-

الزيف اللوني	الزيف الكروي	
هو ظهور الجسم من خلال العدسة محاطاً بالألوان.	هو عدم قدرة العدسة الكروية على تجميع الأشعة المتوازية في نقطة واحدة.	التعريف
اختلاف انكسار ألوان الضوء المختلفة داخل العدسة.	الأشعة المتوازية لا تتجمع في نقطة واحدة بسبب شكل العدسة الكروية.	السبب
ظهور حواف أو صور ملونة للجسم.	صورة غير واضحة بسبب تجمع الأشعة في مواضع مختلفة.	النتيجة
استخدام عدسات لالونية مكونة من عدستين أو أكثر بمعاملات انكسار مختلفة.	جعل الأشعة قريبة من المحور الرئيس أو استخدام عدة عدسات.	طريقة التقليل



العدسة المقعرة:-

هي قطعة من مادة شفافة تكون أدق وأرق عند الوسط مما عند الطرفين.



- تُسمى العدسة مقعرة لأنها أرق عند الوسط من الطرفين.
- تُسمى عدسة مفرقة لأنها تكسر الأشعة المتوازية فتجعلها تتفرق عندما تكون محاطة بمادة أقل في معامل الانكسار.
- تكون العدسة المقعرة دائماً صورةً تقديرية معتدلة مصغرة.
- يكون البعد البؤري (F) ونصف قطر التكور (di) للعدسة المقعرة سالبين دائماً.

علل: يكون تكبير العدسة المحدبة في الماء أقل بكثير من تكبيرها في الهواء

لأن الفرق بين معاملي انكسار الماء والزجاج أقل بكثير من الفرق بين معاملي انكسار الماء والهواء.

علل: عدم ظهور الزيف اللوني للعدسات عند النظر خلال المجهر

لأن العدسات المستخدمة في الأجهزة البصرية الدقيقة تتكون من مجموعة عدسات تُسمى عدسات لالونية تستخدم لتقليل الزيف اللوني.

خصائص العدسات الكروية					
الصورة	m	d_i	d_o	f	نوع العدسة
حقيقية	مصغرة مقلوبة	$2f > d_i > f$	$d_o > 2f$	+	محدبة
حقيقية	مكبرة مقلوبة	$d_i > 2f$	$2f > d_o > f$		
تقديرية	مكبرة	$ d_i > d_o$ سالب	$f > d_o > 0$		
تقديرية	مصغرة	$ f > d_i > 0$ سالب	$d_o > 0$	-	مقعرة

البعد البؤري f	+	العدسة المحدبة
	-	العدسة المقعرة
بعد الجسم d_o	+	الجسم حقيقي
	-	الجسم تقديرية
بعد الجسم d_i	+	الصورة حقيقية
	-	الصورة تقديرية
التكبير m	+	الصورة معتدلة
	-	الصورة مقلوبة