

الاهتزازات والموجات

1-7 الحركة الدورية Periodic Motion

الحركة الاهتزازية " الدورية " هي أي حركة تتكرر في دورة منتظمة مثل : البندول . تذبذب جسم مثبت في نابض-الرنين + موضع الاتزان يعني أن تكون القوة المحصلة على جسم متحرك حركة دورية يساوي صفراً .

الحركة التوافقية البسيطة : الحركة التي تحدث عندما تتناسب القوة المعيدة المؤثرة في جسم طردياً مع إزاحة الجسم عن موضع الاتزان ← **توصف الحركة التوافقية البسيطة بكميتين :**

الزمن الدوري : هو الزمن الذي يحتاج إليه الجسم ليكمل دورة كاملة ذهاب و اياب .
سعة الاهتزازة : أقصى مسافة يتحركها الجسم مبتعداً عن موضع الاتزان (A)

The Mass on a Spring

الكتلة المعلقة بنابض

الطاقة الحركية :

***قانون هوك** : نصه : القوة التي يؤثر بها نابض تتناسب طردياً مع مقدار استطالته .

العلاقة الرياضية :

$$F = -kx$$

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

تنبيهة : الاشارة السالبة تعني أن القوة قوة إرجاع (يعني استطالته)

F : القوة وتقاس بوحدة [N] نيوتن .

K : ثابت النابض ووحدة [N/m] (تعتمد على صلابه النابض)

X : إزاحة النابض ووحدة [m]

++ النوابض التي تحقق قانون هوك تسمى : (نوابض مرنة) ++

طاقة الوضع المرورية في نابض (PE_{sp})

$$PE_{sp} = \frac{1}{2} kx^2$$

طاقة الوضع المرورية في نابض تساوي نصف حاصل ضرب ثابت النابض في مربع إزاحته .

+ وحدتها جول + (لانها تعتبر طاقة و كل الطاقة وحدات قياسها جول)

هام جدا : الزمن الدوري للنوابض يعتمد على مقدار كتله الجسم و مرونة النابض

+ من التطبيقات على طاقه الوضع المرورية (السيارات) ف تحتوي مقدمتها على نوابض بحيث عند اصطدامها تنضغط للداخل ثم تعود للامام مرة اخرى

البندول البسيط Simple Pendulums

البندول البسيط: أداة توضح الحركة التوافقية البسيطة ويتكون من جسم صلب (ثقل البندول) معلق بخيط و يشد فيتأرجح ذهاب و ايابا ++ يستخدم في حساب تتسارع الجاذبية الأرضية ++
* في اقصى شد له لليمين أو اليسار تكون القوة المحصلة له و تسارعه اكبر ما يمكن بينما سرعته المتجهة صفر
* في موضع الاتزان (الوسط) تكون لقوة المحصلة و التسارع صفر و السرعه المتجهة اكبر ما يمكن
* القوة المحصلة هي قوة ارجاع اي تكون دائما معاكسه لاتجاه ازاحه البندول
بحسب الزمن الدوري من العلاقة الرياضية التالية .

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

الزمن الدوري للبندول $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ مخروبة في الجذر التربيعي لحاصل قسمة طول خيط البندول على تسارع الجاذبية الأرضية.

T : الزمن الدوري يقاس بوحدة [S] ثانية

L : طول خيط البندول وحدته [m]

g : تسارع الجاذبية الأرضية تقاس [m/s²]

++ هام جدا! الزمن الدوري للبندول يعتمد على طو الخيط و تسارع الجاذبية و ليس الكتله و سعه الاهتزاز كما في النوابض ++

Resonance

الرنين

الرنين: شكل من اشكال الحركة التوافقية البسيطة يحدث عندما تؤثر قوى صغيرة في جسم متذبذب أو مهتز في فترات زمنية منتظمة بحيث تؤدي الى زياده سعه الاهتزاز أو الذبذبه
+ أمثله : 1- الأرجوحه 2- تحريك السيارة للامام و الخلف عند انغراسها بالرمل 3- القفز المتواتر على لوح القفز ف المسبح

اذن للحركة التوافقية البسيطة و الدورية 3 أشكال : النوابض : البندول البسيط : الرنين

7-2 خصائص الموجات Waves Properties

الموجة: اضطراب يحمل الطاقة خلال المادة أو الفراغ

الموجات الميكانيكية Mechanical Waves

- الموجات الميكانيكية : هي الموجات التي تحتاج الى وسط ناقل مثل الماء أو الهواء (موجات

الماء و الصوت و الموجات التي تنتقل خلال حبل أو نابض)

-النبضه الموجيه : ضربه مفرده او اضطراب ينتقل خلال الوسط .

-الموجه الدوريه : هي الموجه التي تنتشر لأسفل و لاعلى بالمعدل نفسه .

أنواع الموجات الميكانيكية

1- المستعرضة: موجة تنذب عمودياً على اتجاه انتشار الموجة . مثل : الموجات التي تنتقل ف الحبل .

2- الطولية: موجة ينتقل فيها الاضطراب في اتجاه حركة الموجة نفسها (موازي لها) . مثل :موجات النابض+الموجات الصوتيه

3-السطحية: موجة ناتجة عن حركة دقائق الوسط في كلا الاتجاهين الموازي للموجه نفسها والمتعامد مع اتجاه انتشارها .(لها

خصائص الموجات الطولية و المستعرضه) مثل : موجات الماء ف البحار .

+مصدر طاقه موجات الماء يأتي من العواصف التي بدورها استمدت طاقتها من اشعه الشمس +

Measuring a Wave

قياس الموجة

خصائص الموجات :

السرعة : وتعتمد على الوسط الذي تنتقل الموجة خلاله $V=d/t$.

السعة : (هي الازاحة القصوى للموجه عن موضع اتزانها)

تعتمد على كيفية توليدها وليس السرعه و لزياده السعه يجب بذل شغل اكبر

الطور : الاتفاق في الطور عندما تكون المسافة بين نقطتين في الموجة تعادل مضاعفات صحيحة للطول الموجي وعندما يكونان

الازاحة والسرعة لجسمين في وسط ما نفسها فإن لهما الطور نفسه .

الاختلاف في الطور : بين القمة والقاع 180° درجة . وعند اختلاف السرعة والازاحة لجسمين متعاكسين في وسط ما فإنهما

مختلفين في الطور 180° درجة .

الطول الموجي :

هو أقصر مسافة بين أي نقطتين بحيث يتكرر نمط الموجة نفسه .

ملاحظة : قمة الموجة : أعلى نقطة في الموجة , قاع الموجة : أسفل نقطة في الموجة .

رمز الطول الموجي (لمدأ)

الزمن الدوري والتردد

F : التردد ويقاس بهيرتز [Hz] (عدد الاهتزازات الكاملة التي يتمها الجسم المهتز في الثانية الواحدة)

T : الزمن الدوري ووحده [s] (الزمن الذي يكمل فيه الجسم المهتز دورة كاملة)

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{تردد الموجة}$$

تردد الموجه يساوي مقلوب زمنها الدوري.

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \text{طول الموجة}$$

الطول الموجي للموجه يساوي سرعتها مقسومة على ترددها.

ويعتمد الزمن الدوري للموجه وترددها على مصدرها فقط، ولا يعتمدان على الوسط

الذي تنتقل خلاله أو على سرعة الموجه.

العلاقة بين الطول الموجي (λ) والتردد (f) علاقة عكسية .

++ يمكن وصف أي موجه بالسرعه و السعه أما الزمن لدوري و التردد فقط يوصفون الموجه الدوريه ++

تمثيل الموجات : بياني أو نقطي أو تصويري

من المهم أن نتذكر أن سعة الموجه الميكانيكية هي التي تحدّد مقدار الطاقة التي تحملها الموجه، بينما يحدّد الوسط وحده سرعة الموجه.

عندما تصل موجة إلى الحد الفاصل بين وسطين فإنها غالباً تنعكس وترتد إلى الخلف داخل الوسط نفسه .
وفي حالات أخرى تمر الموجة كلها أو جزء منها خلال الحد الفاصل إلى وسط آخر، ويتغير اتجاهها عند الحد الفاصل .
وبالإضافة إلى ذلك ينتج العديد من خصائص سلوك الموجة عن الحقيقة التي تنص على أنه: يمكن أن يكون هناك موجتان
أو أكثر في الوسط نفسه خلال الزمن نفسه؛ بخلاف الجسيمات المادية؛ إذ لا يمكن لجسمين إشغال الحيز نفسه خلال الزمن نفسه .

Waves at Boundaries

الموجات عند الحواجز

- ← **الموجة الساقطة** : هي التي تصطدم بالحد الفاصل بين وسطين .
- ← **الموجة المنعكسة** : هي الموجة المرتدة عن انعكاس بعض طاقة نبضة الموجة الساقطة الى الخلف .
- (سعة الموجة الساقطة تساوي سعة الموجة المنعكسة)

- + تحدد خصائص كلا من الوسطين (النابضين) ما إذا كانت اتجاه الموجة المنعكسة معتدلاً أم مقلوباً
- تنقلب الموجة المنعكسة إذا كانت سرعه الموجات ف الوسط الأقل سمكا أكبر
- لا تنقلب الموجة إذا كان الحد الفاصل بين الوسطين حر الحركة

Superposition of Waves

تراكب الموجات

ينص **مبدأ تراكب الموجات** على أن : الازاحة الحادثه في الوسط الناتجه عن نبضتين أو أكثر تساوي المجموع الجبري لازاحه كل نبضه على انفراد

- التداخل : هو الأثر الناتج عن تراكب موجتين أو أكثر .
- انواع التداخل : التداخل نوعان تداخل **هدام** وتداخل **بناء**
- **الهدام** : التقاء نبضتين لهما نفس السعه ولكنها منعكستان (قاع مع قمه أو قمه مع قاع) و تقل الازاحه في منطقه التداخل
- **البناء** : التقاء نبضتين لهما الاتجاه نفسه و حينها تنتج موجة لها سعه اكبر و ازاحه اكبر
- العقدة** : هي النقطة الثابتة التي تلتقي فيها نبضتان في الموقع نفسه حيث تصبح الإزاحة الثانية صفراً .
- البطن** : النبضة ذات الازاحة الكبرى عند إلتقاء نبضتي موجة .

الموجة الموقوفة (المستقرة)

- هي الموجة التي تظهر واقفة وساكنة . تتولد عند تداخل موجتين تتحركان في اتجاهين متعاكسين . و بزياده التردد تتولد عقد و بطون أكثر .
- & فائدة : في حالة الموجة الموقوفة في نابض مثبت بين طرفين عدد البطون أقل من عدد العقد بمقدار 1 .

انواع الموجات بالنسبه للابعاد :

- 1- موجات تتحرك في بعد واحد مثل : الموجات الميكانيكيه (الموجات في الحبل والنابض) .
- 2- موجات تتحرك في بعدين مثل : الموجات على سطح الماء .
- 3- موجات تتحرك في ثلاثة أبعاد مثل : الموجات الكهرومغناطيسية وموجات الصوت .

Waves in Two Dimensions

الموجات في بعدين

- تمثل الموجات في بعدين بدوائر متداخله و يطلق مصطلح (**مقدمة الموجة**) على الخط الذي يمثل قمة الموجه
- يمكن تمثيل انعكاس موجات البعدين بما يسمى (**المخطط الشعاعي**) و مكوناته كما يلي :

1- الحاجز يمثل بخط مستقيم يفصل بين وسطين

2- العمود المقام وهو خط يرسم عمودياً على الحاجز عند نقطة السقوط

3- زاوية السقوط: الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام

4- زاوية الانعكاس: الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام .

قانون الانعكاس: ينص على أن زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس .

من امثله الانعكاس : (صدى الصوت)

- يستخدم (نموذج حوض الموجات) لتمثيل انكسار الموجات في بعدين :

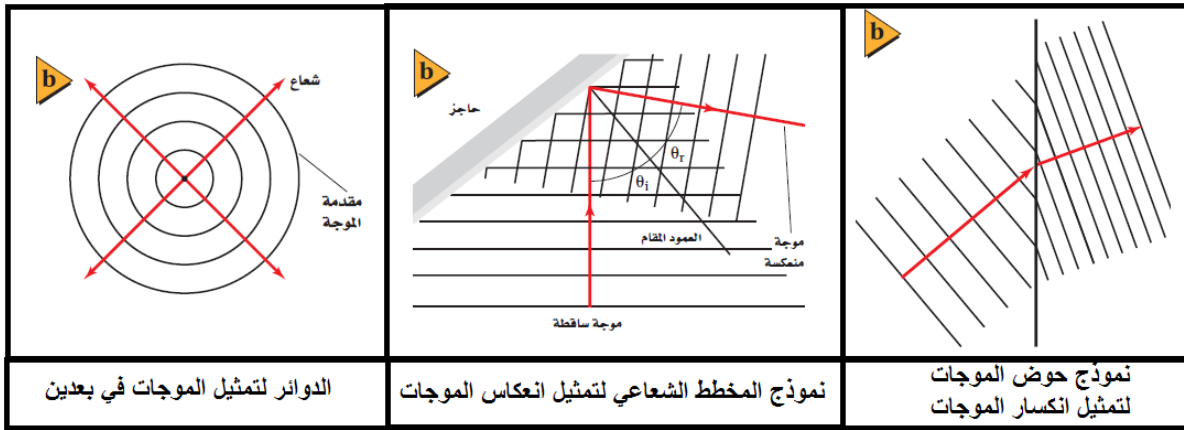
انكسار الموجات: هو التغير في اتجاه الموجات عند الحد الفاصل بين وسطين مختلفين .

- عند انتقال الموجه من منطقة الماء العميق الى منطقة الماء الضحل : تقل سرعتها يقل الطول الموجي يتغير

اتجاهها ولا يتغير التردد .

مثال على ذلك :

1- تكون قوس المطر قطرات المطر تحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة بفعل الانكسار .



Sound

الصوت

الفصل

8

1-8 خصائص الصوت والكشف عنه
Properties and Detection of Sound

الموجات الصوتية

Sound Waves

الموجة الصوتية: هي الموجة التي تنتقل في مادة نتيجة اختلاف الضغط المنتقل خلالها والناجم عن الصوت لا ينتقل الصوت خلال الفراغ لعدم وجود جزيئات ينتقل خلالها
الموجة الصوتية موجه طولية و ليست مستعرضه

تردد الموجة الصوتية: هو عدد الاهتزازات (التغيرات في قيمة الضغط) في الثانية الواحدة
طول الموجة الصوتية: هو المسافة بين مركزي ضغطين مرتفعين متتاليين (تضاغطين)
أو المسافة بين مركزي ضغطين منخفضين متتاليين (تخلخين)

تعتمد سرعة الصوت في الهواء على درجة الحرارة تزداد سرعة الصوت في الهواء بزيادة درجة الحرارة
(تزداد سرعة الصوت في الهواء بمعدل $(0.6 m/s)$ لكل ارتفاع في درجة الحرارة مقداره $1^\circ C$)

سرعة الصوت في المواد الصلبة أكبر منها في السوائل أكبر منها في الغازات
ل موجات الصوت خصائص الموجات مثل الإنعكاس – الإنكسار – التداخل

قد تتداخل موجتان صوتيتان مما يؤدي إلى بقاء تدعى البقع الميتة (ينعدم عندها الصوت) عند العقد
وبقع يزداد عندها الصوت تسمى البطن

صدى الصوت: انعكاس موجات الصوت عن السطوح الصلبة و ارتدادها لمصدرها
ويمكن استعمال الزمن الذي يحتاج إليه الصدى حتى يعود إلى مصدر الصوت في إيجاد المسافة بين مصدر
الصوت والجسم الذي انعكس عنه ويستعمل هذا المبدأ الخفافيش وبعض الكاميرات وبعض السفن التي تستعمل السونار

الكشف عن موجات الضغط

Detection of Pressure Waves

تحول كاشفات الصوت الطاقة الصوتية الى اشكال أخرى:

1- الميكروفون : يحول الطاقة الصوتية لطاقة كهربائية 2- الأذن البشرية : و تحول الطاقة الصوتية لنبضات كهربائية

إدراك (تمييز) الصوت

Perceiving Sound

حدة الصوت كان مارن ميرسن وجاليليو أول من توصلوا إلى أن حدة الصوت الذي نسمعه تعتمد على تردد الاهتزاز.

- الأشخاص لا يستطيعون سماع أصوات تردداتها أقل من 20 Hz أو أكبر من 16,000 Hz.
- يكون إحساس الأشخاص الأكبر سنًا بالترددات الأكبر من 10000 Hz أقل مقارنة بالأشخاص الأصغر سنًا.
- لا يتمكن أغلب الناس عند عمر 70 سنة تقريبًا من سماع أصوات تردداتها أكبر من 8000 Hz، مما يؤثر في مقدرتهم على فهم الحديث.

علو الصوت يعتمد علو الصوت - عند إدراكه بواسطة حاسة السمع - على سعة موجة الضغط في المقام الأول.

- **السعة** وهي مقياس لتغير الضغط في الموجة.
- لأن البشر يستطيعون تحسس مدى واسع من تغيرات الضغط فإن هذه السعات تُقاس على مقياس لوغاريتمي يُسمى مستوى الصوت، ووحدة قياسه هي الديسبل (dB) يعتمد مستوى الصوت على نسبة تغير الضغط لموجة صوتية إلى تغير الضغط
- سعة أضعف الأصوات المسموعة، ويساوي 2×10^{-5} Pa. ومثل هذه السعة لها مستوى صوت يعادل 0 dB.
- ويكون مستوى الصوت الذي سعة ضغطه أكبر عشر مرات 2×10^{-4} Pa، مساويًا لـ 20 dB. (عشر اضعاف السعة تساوي 20 ديسيبل)
- إن التعرض للأصوات الصاخبة يسبب فقدان الأذن لحساسيتها يؤدي التعرض الطويل إلى مستوى صوت 100 dB أو أكبر من ذلك إلى ضرر
- لا يتناسب علو الصوت طرديًا مع تغيرات الضغط في موجات الصوت تعتمد حساسية الأذن على كل من حدة الصوت وسعته.

تأثير دوبلر

The Doppler Effect

الشكل 6-8 يقل الطول الموجي

مع تحرك مصدر الصوت في اتجاه

المراقب، ويصبح λ_A ؛ ويزداد الطول

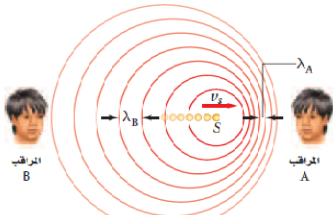
الموجي مع تحرك مصدر الصوت

بعيدًا عن المراقب ويصبح λ_B

(a). وتوضح حركة مصدر الموجات

الصوتية تأثير دوبلر في حوض

الموجات (b).



● **تأثير دوبلر:** هو تغير التردد الناتج عن حركة مصدر الصوت أو المراقب أو كلاهما

+ترتفع حدة الصوت كلما زاد التردد و كلما اقتربت من مصدر الصوت او اقترب المصدر منك
+يؤدي اقترابك من مصدر الصوت الى زياده تردد و قعم الموجات الصوتيه وزياده سرعتها المتجهه

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

التردد الذي يدركه مراقب يساوي السرعة المتجهة للمراقب بالنسبة إلى السرعة المتجهة للموجة، مقسومًا على السرعة المتجهة للمصدر بالنسبة إلى السرعة المتجهة للموجة، وكله مضروب في تردد الموجة.

تمثل v في معادلة تأثير دوبلر السرعة المتجهة لموجة الصوت، و v_d السرعة المتجهة للمراقب، و v_s السرعة المتجهة لمصدر الصوت، و f_s تردد الموجة المنبعثة من المصدر، و f_d التردد الذي يستقبله المراقب. وتطبق هذه المعادلة عند حركة المصدر، أو حركة المراقب، أو عند حركة كليهما.

يحدث تأثير دوبلر في كل حركة موجية، في الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية. وله تطبيقات عدّة؛ فمثلاً تستخدم كواشف الرادار تأثير دوبلر لقياس سرعة كرات البيسبول والمركبات. ويراقب علماء الفلك الضوء المنبعث من المجرات البعيدة، ويستخدمون تأثير دوبلر لقياس سرعاتها، ويستنتجون بعدها عن الأرض. كما يُستخدم في الطب لقياس سرعة حركة جدار قلب الجنين وتستخدم الخفافيش تأثير دوبلر في الكشف عن الحشرات الطائرة وافتراسها

++ برجاه مراجعه هذا الدرس من الكتاب ص 45++

الفصل 9 أساسيات الضوء 9-1 الاستضاءة Illumination

Ray Model of Light

نموذج الشعاع الضوئي

اعتقد نيوتن أن الضوء عبارة عن جسيمات صغيرة لا يمكن تخيلها تسير بسرعه كبيره أطلق عليها اسم (الكريات الضوئية)
نموذج الشعاع الضوئي : نموذج يمثل الضوء على شكل شعاع ينتقل في خط مستقيم ويتغير اتجاهه فقط إذا اعترض مساره حاجز
علم البصريات : علم دراسته كيفية تفاعل الضوء مع المادة بغض النظر عن طونه جسيم أم موجه
مصادر الضوء : المصادر الطبيعية (1-الشمس : وتعد المصدر الرئيسي للضوء) (2-اللهب والشرار3- وبعض انواع الحشرات كاليراع)
المصادر الصناعيه : (1-المصابيح المتوهجه و الفلورسنتيه 2- الليزر 3- الصمامات الثنائية الباعثه للضوء)

الفرق بين ضوء الشمس وضوء القمر:

الفرق هو ان الشمس (مصدر مضيء) أي انها جسم يبعث الضوء من ذاته اما القمر فيعد(مصدرا مستضيئا) أي ان الضوء ينعكس عنه فيصبح مرئيا

الأوساط حسب نفاذية الضوء

1- وسط غير شفاف (معتم):الوسط الذي لا يمر الضوء من خلاله ويعكس بعض الضوء .

2- وسط شفاف :الوسط الذي يمر الضوء خلاله مثل الهواء و الزجاج .

3- وسط شبه شفاف :الوسط الذي يمر الضوء خلاله ولا يسمح للأجسام أن ترى بوضوح . مثل مظلة المصباح .

● التدفق الضوئي P: معدل انبعاث طاقة الضوء من المصدر المضيء . ويقاس بوحدة لوهمن m^2 .

● الاستضاءة E: معدل اصطدام الضوء بوحدة المساحات للسطح . ويقاس بوحدة اللوكس X

والتي تساوي لوهمن لكل متر مربع m^2

● علاقة التربيع العكسي : الاستضاءة الناتجة بفعل مصدر ضوء نقطي تتناسب طردياً مع $\frac{1}{r^2}$
أي أن مقدار الاستضاءة يتناقص كلما زاد البعد عن مصدر الضوء(التدفق لا يتغير بل فقط الاستضاءة)

● شدة الإضاءة : التدفق الضوئي الذي يسقط على مساحة مقدارها $1m^2$ من مساحة السطح الداخلي لكرة نصف قطرها m .

ورمزها I_v و تقاس بوحده الشمعه cd و هي تساوي التدفق الضوئي قسمه $I_v = \frac{P}{4\pi r^2}$

How To Illuminate a Surface

إضاءة السطح

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$

الاستضاءة بفعل مصدر نقطي
إذا أضيء جسم بوساطة مصدر ضوئي نقطي فإن الاستضاءة على الجسم تساوي التدفق الضوئي للمصدر الضوئي مقسوماً على المساحة السطحية لكرة نصف قطرها يساوي بعد الجسم عن المصدر الضوئي.

The Speed of Light

سرعة الضوء

● سرعة الضوء : كان العالم جاليليو أول من افترض أن للضوء سرعة محددة فاقترح طريقة لقياس سرعته باستخدام مفهومي المسافة والزمن واستنتج أن سرعة الضوء كبيرة جداً . أي أنه لا يمكن قياسها

● أولي رومر أول من أكد أن الضوء ينتقل بسرعة يمكن قياسها وتكمن أهمية تجربته في أنه استطاع إثبات أن الضوء ينتقل بسرعة محددة.

● ألبرت مايكلسون قاس الزمن الذي يحتاجه الضوء لقطع مسافة 35km ذهاباً و إياباً من جبلين في كاليفورنيا

● واستخدم مجموعة من المرايا الدوارة وهو الوحيد الذي حدد قيمة قريبه و دقيقه جدا للصحیح و كان اول من يحصل على نوبل

● القيمة المعروفة حالياً لقطر مدار الأرض $(2.9 \times 10^{11} m)$

● سرعه الضوء $c = 3.00 \times 10^8 m/s$ ، إذ تكون دقيقة بصورة كافية. وهذه السرعة

ينتقل الضوء مسافة $9.46 \times 10^{12} km$ في السنة، حيث تسمى هذه المسافة السنة الضوئية.

Diffraction and the Wave Model

الحيود والنموذج الموجي للضوء

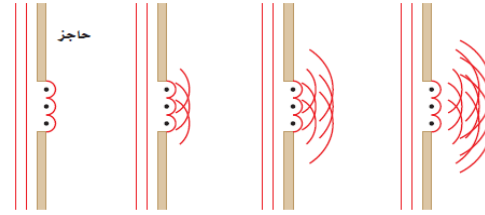
-العالم جريمالدي و اكتشافه للحيود

لاحظ العالم الإيطالي فرانسيسكو ماري جريمالدي أن حواف الظلال ليست حادة تمامًا. فقد أدخل حزمة ضيقة من الضوء إلى داخل غرفة مظلمة، وأمسك بقضيب أمام الضوء حيث أسقط الظل على سطح أبيض. فكان ظل القضيب المتكون على السطح الأبيض عرض من الظل الذي ينبغي أن يكون في حالة انتقال الضوء في خط مستقيم مرورًا بحواف القضيب، ولاحظ جريمالدي أيضًا أن الظل تحاط بحزم ملونة. وعرف جريمالدي هذه الظاهرة بالحيود وهي انحناء الضوء حول الحواجز.

- العالم هيجنز و محاولته تفسير الحيود

حاول العالم الدنماركي كريستيان هيجنز لتفسير ظاهرة الحيود. واعتمادًا على مبدأ هيجنز يمكن اعتبار النقاط كلها على مقدمة الموجة الضوئية كأنها تمثل مصادر جديدة لموجات صغيرة. وتنتشر هذه الموجات الصغيرة (الموجات) في جميع الاتجاهات

الشكل 9-9 اعتمادًا على مبدأ هيجنز يمكن اعتبار قمة كل موجة سلسلة من المصادر النقطية. وينشئ كل مصدر نقطي موجة دائرية، وتترابط الموجات لتكوين مقدمة موجة مستوية، ما عدا المناطق عند الحواف؛ حيث تتحرك الموجات الدائرية لنقاط هيجنز عندها بعيدًا عن مقدمة الموجة.



الحيود : هو انحناء الضوء حول الحواجز .

مبدأ هيجنز : اعتبر النقاط كلها على مقدمة الموجة الضوئية وكأنها تمثل مصادر جديدة لموجات صغيرة .

Colors

الألوان

تجربة نيوتن : قام بتبرير حزمة ضيقة من ضوء الشمس خلال منشور زجاجي فلاحظ تكون الطيف واعتقد أن جسيمات الضوء تتفاعل بطريقة متفاوتة في الزجاج اعتمادًا على نموذج الجسيمي للضوء .

استنتاج نيوتن : 1- اللون الأبيض مركب من عدة ألوان . 2- لكل لون من الألوان الموجية طول موجي محدد .

3- تقع منطقة الضوء المرئي ضمن نطاق من الأطوال الموجية يتراوح بين 400nm - 700nm .



الطيف : هو ترتيب منتظم للألوان

+ أكبر الألوان طولًا موجيًا هو الأحمر ثم البرتقالي ثم الأصفر ثم الأزرق ثم النيلي و الأقصر هو البنفسجي

الألوان الأساسية : هي الألوان التي تنتج اللون الأبيض عند مزجها بشدة مناسبة وهي : الأحمر - الأخضر - الأزرق .

الألوان الثانوية : هي الألوان التي تنتج عند مزج لونين أساسيين . وهي : أزرق فاتح - أصفر - أرجواني .

الألوان المتتامه : عبارة عن لون أساسي مع لون ثانوي تنتج عند مزجها اللون الأبيض .

يمكن تبييض الملابس المصفرة باستخدام عامل أزرق اللون يضاف إلى مسحوق الغسيل لأن اللونين الأزرق و الأصفر متتامان فيشكلان اللون الأبيض عند مزجها

الألوان المتتامه :	الألوان الثانوية :
1- أزرق + أصفر	1- أخضر + أحمر = أصفر
2- أخضر + أرجواني (أحمر مزرق)	2- أخضر + أزرق = أزرق فاتح
3- الأحمر و الأزرق الفاتح	3- أحمر + أزرق = أرجواني (أحمر مزرق)

عملية جمع الألوان : هي عملية إنتاج اللون الأبيض من الألوان الأساسية

اللون بواسطة اختزال أشعة الضوء : 1- يمكن للأجسام أن تعكس الضوء أو تمرره أو تمتصه .

2- لا يعتمد لون الجسم على الأطوال الموجية للضوء الذي يضيئه فقط بل يعتمد على الأطوال الموجية التي يمتصها والتي يعكسها .

المواد الملونه : هي جزيئات لها قدره على امتصاص أطوال موجيه معينه و عكاس أطوال موجيه اخرى مصنوعه من نباتات وحشرات

الصبغات : جزيئات مصنوعه من معادن مسحوقه تعمل على اضعاف الالوان

الفرق بينها وبين المواد الملونه أن المواد الملونه مستخلصه من النباتات و الحشرات اما الالوان من المعادن

ملحوظة : الألوان الأساسية فيها هي الألوان الثانوية للضوء بمعنى أن الألوان الأساسية هي : (الأرجواني و الأصفر و الزرق الفاتح) والألوان الثانوية هي (الأحمر و الزرق و الأخضر)

الصبغة الأساسية	الصبغة الثانوية	الصبغة المتتامه
تمتص لون أساسي و تعكس لونين	تمتص لونين وتعكس لون واحد	تمتص لون أساسي ولون ثانوي وتنتج لون أسود
الصبغة الصفراء : تمتص الأزرق وتعكس الأحمر و الأخضر .	الصبغة الحمراء : تمتص الأزرق و الأخضر وتعكس الأحمر .	* أخضر + أحمر = أصفر إذا أصفر + أزرق = أسود
الصبغة الزرقاء : تمتص الأحمر وتعكس الأزرق و الأخضر .	الصبغة الزرقاء : تمتص الأحمر و الأخضر وتعكس الأزرق .	* أخضر + أزرق = أزرق فاتح إذا أزرق فاتح = أحمر = أسود
الصبغة الأرجوانية : تمتص الأخضر وتعكس الأزرق و الأحمر .	الصبغة الخضراء : تمتص الأزرق و الأحمر وتعكس الأخضر .	* أزرق = أحمر = أرجواني إذا أحمر + أصفر = أسود

تستخدم الطباعة الملونة نقاطاً من صبغة الأصفر والأرجواني والأزرق الداكن لعمل صورة ملونة على الورقة.
تكون الأصباغ المستخدمة على الأغلب مركبات مطحونة مثل أكسيد التيتانيوم (IV) (أبيض)، وأكسيد الكروم (III) (أخضر)، وكبريتيد الكاديوم (أصفر).

استخلاص النتاج من اللون تبدو النباتات خضراء بسبب صبغة الكلوروفيل فيها.
وتبدو السماء مزرقاً؛ لأن جزيئات الهواء تشتت (انعكاسات متكررة) موجات الضوء البنفسجي والضوء الأزرق بمقدار أكبر من الأطوال الموجية الأخرى للضوء أما الضوء الأخضر والضوء الأحمر فلا يتشتان كثيراً بوساطة الهواء، وهذا يفسر لماذا تبدو الشمس صفراء أو برتقالية.

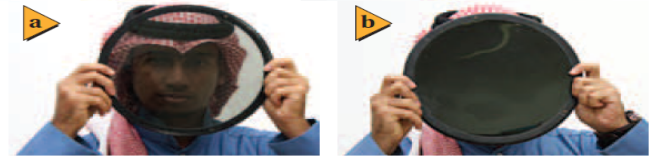
Polarization of Light

استقطاب الضوء

الاستقطاب : إنتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد . **أنواع استقطاب الضوء** : 1- استقطاب بالترشيح (الفلتر) 2- الاستقطاب بالانعكاس .
محور الاستقطاب : اتجاه وسط الاستقطاب المتعامد مع الجزيئات الطويلة
مرشح الاستقطاب (الفلتر) : وسط الاستقطاب الذي ينتج ضوءاً مستقطباً

يستخدم الاستقطاب بالانعكاس في : 1-تقليل توهج الضوء ف النظارات الشمسية 2-في التصوير لاختفاء تأثير الضوء المنعكس

عندما يتم ترتيب مرشحي استقطاب بحيث يكون محورا استقطابيهما متوازيين، تنفذ من خلالهما أكبر كمية من الضوء (a).
ولن ينفذ الضوء من خلال مرشحي الاستقطاب إذا تم ترتيبيهما بحيث يكون محورا استقطابيهما متعامدين (b).



قانون مالوس : القانون الذي يوضح مدى انخفاض شدة الضوء عندما يعبر من خلال مرشح استقطاب ثان .
المحلل : مرشح الاستقطاب الذي يستخدم قانون مالوس .

$$I_2 = I_1 \cos^2 \theta$$

قانون مالوس
إن شدة الضوء الخارج من مرشح الاستقطاب الثاني تساوي شدة الضوء الخارج من مرشح الاستقطاب الأول مضروباً في مربع جيب تمام الزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشحين.

The Speed of a Light Waves

سرعة الموجات الضوئية

- كما يمكن قياس تردد الضوء بدقة متناهية؛ وذلك باستخدام أجهزة الليزر والزمن المعياري الذي تزودنا به الساعات الذرية. في حين يتم قياس الأطوال الموجية للضوء بدقة أقل كثيراً.
- لألوان الضوء المختلفة ترددات وأطوال موجية مختلفة، ولكنها تنتقل جميعها في الفراغ بسرعة تساوي سرعة الضوء c فإذا كان تردد موجة الضوء في الفراغ معروفاً يمكنك حساب طولها الموجي، والعكس صحيح؛ وذلك لأن جميع الأطوال الموجية للضوء تنتقل في الفراغ بالسرعة نفسها. ويمكنك باستخدام القياسات الدقيقة لتردد الضوء وسرعته حساب قيمة دقيقة لطوله الموجي.
- يتضمن تأثير دوبلر في الضوء السرعة المتجهة لكل من المصدر والمراقب إحداهما بالنسبة إلى الآخر فقط (**عكس الصوت كان احدهما للآخر أو الاثنان لبعض**)
- يسمى مقدار الفرق بين سرعتين المتجهتين لكل من المصدر والمراقب **بالسرعة النسبية**.
- العوامل المؤثرة في تأثير دوبلر هي فقط مركبتا سرعتين المتجهتين على امتداد المحور بين المصدر والمراقب،

$$f_{\text{المراقب}} = f \left(1 \pm \frac{v}{c} \right)$$

تردد الضوء المُراقب
تردد الضوء المُراقب من مصدر يساوي التردد الحقيقي للضوء المتولد من المصدر، مضروباً في حاصل جمع واحد إلى (السرعة النسبية على امتداد المحور بين المصدر والمراقب مقسومة على سرعة الضوء) إذا تحرك كل منهما في اتجاه الآخر، أو حاصل طرح (السرعة النسبية مقسومة على سرعة الضوء) من الواحد إذا تحركا متبعدين.

تردد الضوء المُراقب $f_{\text{المراقب}}$ ؛ التي تمثل تردد الضوء كما يراه المراقب

● إزاحة دوبلر $\Delta\lambda$ ، التي تمثل الفرق بين الطول الموجي المُراقب للضوء والطول الموجي الحقيقي له.

$$\Delta\lambda = \pm \frac{v}{c} \lambda$$

انزياح دوبلر
الفرق بين الطول الموجي المُراقب للضوء والطول الموجي الحقيقي للضوء الذي يولده المصدر يساوي الطول الموجي الحقيقي للضوء الذي يولده المصدر مضروباً في السرعة النسبية للمصدر والمراقب مقسوماً على سرعة الضوء. وهذه الكمية تكون موجبة إذا تحركا متبعدين أحدهما عن الآخر، وسالبة إذا تحركا في اتجاه أحدهما إلى الآخر.

- إن التغير الموجب في الطول الموجي يعني أن الضوء مُزاح نحو الأحمر، وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر في اتجاه متبعداً عن المراقب
- التغير السالب في الطول الموجي يعني أن الضوء مُزاح نحو الأزرق، وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر في اتجاه مقترباً من المراقب
- عندما يزاح الطول الموجي نحو الأحمر فإن التردد المُراقب يكون أقل.
- عندما يزاح الطول الموجي نحو الأزرق فإن التردد المُراقب يكون أكبر

++ استخدامات انزياح دوبلر ف الضوء ++

- يستطيع الباحثون تحديد كيفية تحرك الأجسام الفلكية، مثل المجرات، بالنسبة للأرض، وذلك بمراقبة انزياح دوبلر للضوء. يتم ذلك عن طريق مراقبة طيف الضوء المنبعث من النجوم في المجرة باستخدام جهاز يُسمى **المطياف** للقياس انزياح دوبلر لهذه الأطوال الموجية.
- اقترح إدوين هابل أن الكون يتمدد، وتوصل هابل إلى هذه النتيجة بتحليل طيف الانبعاث القادم من عدة مجرات. ولاحظ هابل ان خطوط الطيف للعناصر المألوفة كانت ذات أطوال موجية أطول من المتوقع، حيث كانت خطوط الطيف مزاحة نحو نهاية الطيف ذي اللون الأحمر.
- استنتج هابل من ذلك أن المجرات جميعها تتحرك مبتعدة عن الأرض (**انزياح الطول الموجي للأحمر معناه انه يبتعد عن المراقب**)

الفصل الانعكاس و المرايا

10-1 الانعكاس عن المرايا المستوية Reflection from Plane Mirrors

10

عرف المصريون قبل 4000 سنة تقريباً أن الانعكاس يتطلب سطحاً أملس مصقولاً، لذا استخدموا مرايا فلزية لامعة مصقولة لرؤية صورهم. ولم يكن بالإمكان رؤية الصور الناتجة بوضوح عندما اكتشف العالم الفرنسي جان فوكولت طريقة لطلاء الزجاج بالفضة. فالمرآيا الحديثة صُنعت بدقة متناهية لكي تكون ذات مقدرة كبيرة جداً على عكس الضوء، وذلك من خلال عملية تبخير الألومنيوم أو الفضة على زجاج مصقول بدرجة كبيرة. وتعد نوعية السطوح العاكسة مهمة جداً في بعض التطبيقات العملية والأجهزة البصرية، ومنها الليزر والمقراب (التلسكوب).
و من العلماء المسلمين البارزين في هذا المجال الحسن بن الهيثم

The Law of Reflection

قانون الانعكاس

+يعتمد سلوك الضوء المنعكس على : 1- طبيعته السطح العاكس 2-زاويه السقوط +
+ينتشر الضوء في ثلاثه ابعاد بينما ينعكس في بعدين فقط +

$$\theta_r = \theta_i$$

حيث تمثل θ_i زاوية السقوط، و θ_r زاوية الانعكاس.

الزاوية التي يصنعها الشعاع الساقط مع العمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط تساوي الزاوية التي يصنعها الشعاع المنعكس مع العمود نفسه.

السطوح نوعان : 1- ملساء 2-خشنة

الانعكاس المنتظم : أي أن الأشعة الضوئية التي تسقط متوازية على السطح الأملس تنعكس متوازية . مثل : المرآة (سطوح ملساء)
الانعكاس الغير منتظم : الأشعة الضوئية تسقط متوازية على السطح الخشن وتنعكس متشتتة . مثل : الورقة (سطوح خشنة)
لا يمكن اتخاذ الورقة أو الجدار مرآة ؛ لأنهما يشتملان الأشعة المنعكسة و لا يمكن رؤيه الضوء المنعكس (السطوح الخشنة)

المرايا نوعان 1- (مستوية) 2-كروية (مقعره + محدبه)

Objects and Plane-Mirror Images

الأجسام والصور في المرايا المستوية

المرآة المستوية : عبارة عن سطح أملس (مصقول) ينعكس الضوء عنه انعكاساً منتظماً .

الجسم : هو مصدر الأشعة الضوئية التي ستعكس عن سطح مرآة و يكون مضيئاً (مصابح) أو مستضيئاً (إنسان)

+أنواع الصور المتكونة على المرآة : (صور خياليه + صور حقيقيه)

+**الصورة الخياليه** : هي الصورة التي تتكون خلف المرآة و تكونت من امتدادات الأشعة (خط متقطع) و لا يمكن جمعها على حاجز

+**الصورة الحقيقية** : هي الصورة التي تتكون أمام المرآة و تكونت من الأشعة نفسها (خط متصل) و يمكن جمعها على حاجز

Properties of Plane-Mirror Images

صفات الصور في المرايا المستوية

نوع الصورة	حجم الصورة	انعكاس الصورة
خياليه	نفس حجم الجسم	معكوسه جانبياً



الشكل 7-10 الصورة المتكونة في المرآة المستوية لها حجم الجسم نفسه، ويُبعد الجسم نفسه عن المرآة، وتقع خلف المرآة، وتكون معكوسة جانبياً؛ فإذا حرك الشخص يده اليمنى تتحرك اليد اليسرى في الصورة.

Properties of Plane-Mirror Images

القوانين في المرايا المستوية

$$d_i = -d_o$$

موقع الصورة التي تُكوّنُها مرآة مستوية $d_i = -d_o$ يُبعد الصورة عن المرآة المستوية يساوي سالب بُعد الجسم عنها، وإشارة السالب تدل على أن الصورة وهمية".

$$h_i = h_o$$

في المرآة المستوية يكون طول الصورة مساوياً لطول الجسم.

Curved Mirrors المرايا الكروية 10-2

Concave Mirrors

المرايا المقعرة

المراة المقعرة : سطح عاكس حوافه منحنية نحو المشاهد (مثل الملعقة) +تعتمد خصائصها على مدى تقعرها + مكونات المراة الكروية :

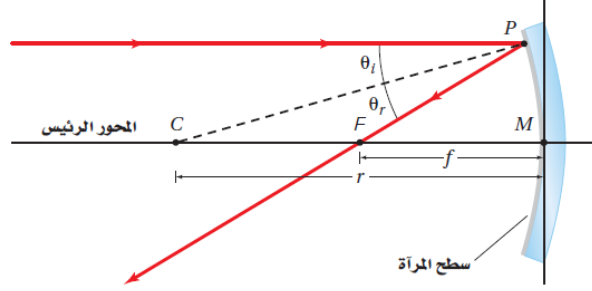
المحور الرئيس **CM** : هو خط مستقيم متعامد مع سطح المراة الذي يقسمها إلى نصفين .

قطب المراة **M** : نقطة تقاطع المحور الرئيس مع سطح المراة .

البؤرة **F** : النقطة التي تتجمع فيها انعكاسات الأشعة المتوازية الساقطة موازية للمحور الرئيس بعد انعكاسها عن المراة

البعد البؤري **f** : المسافة بين قطب المراة و بؤرتها الأصلية وتقع في منتصف المسافة بين **C** و **F** . $f = \frac{r}{2}$

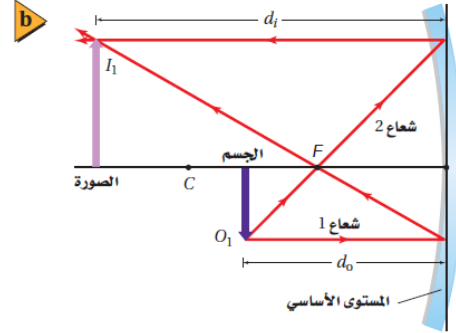
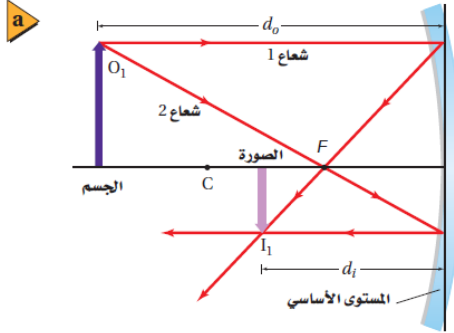
المركز الهندسي **C** +نصف قطر التكور **r**



Graphical Method of Finding the Image

الطريقة الهندسية لتحديد موقع الصورة

أنعكاس الصورة	حجم الصورة	نوع الصورة
حقيقيه : (مقلوبه) خياليه : (معتدله)	مكبره : (الجسم بين F و C) مصغره : (الجسم خلف C)	حقيقيه : (الجسم خلف F) خياليه : (الجسم أمام F)



كيف يمكن تحويل الصورة الحقيقية والمقلوبة التي تكوّنها مرآة مقعرة إلى صورة معتدلة وحقيقية؟ طوّر عالم الفلك الأسكتلندي جيمس جريجوري المقراب المعروف باسمه، مقراب جريجوريان، لحل هذه المشكلة. ويتكوّن مقرابه من مرآتين مقعرتين إحداهما كبيرة والأخرى صغيرة. وتقع المرآة الصغيرة خلف بؤرة المرآة الكبيرة. وعندما تسقط الأشعة المتوازية القادمة من جسم بعيد على المرآة المقعرة الكبيرة فإنها تنعكس في اتجاه المرآة الصغيرة، التي تعكس بدورها هذه الأشعة مكونة صورة حقيقية ومعتدلة تمامًا كالجسم.

الفرق بين الصورة الحقيقية و الصورة الوهمية :

الصورة الحقيقية : هي الصورة التي تتكون من التقاء الأشعة المنعكسة ويمكن جمعها على حاجز (خط متصل)
الصورة الوهمية : هي الصورة التي تتكون من التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة ولا يمكن جمعها على حاجز (خط متقطع)

عيوب المرايا المقعرة :

الزوغان الكروي : هو ما جعل الصورة تبدو غير واضحة وينتج عن انعكاس الأشعة التي تسقط متوازية على مرآة كروية

ذات ارتفاع كبير و نصف قطر تكور صغير مما يؤدي الى تكون صور على هيئة قرص و ليس نقطة

طرق تقليل الزوغان الكروي : 1-استخدام عدسات على شكل قطع مكافئ 2-تقليل قطر المرآة 3-استعمال مرايا أساسية و ثانوية

Virtual Images with Concave Mirrors

الصور الوهمية في المرايا المقعرة

تكون المرآة المقعرة صورة خياليه (معتدله) في حالة اذا وضع الجسم بين المرآة و البؤرة F

Convex Mirrors

المرآيا المحدبة

المرآيا المحدبة : سطح عاكس حوافه منحنية بعيداً عن المشاهد .

صفات الصورة في المرآيا المحدبة : ١- وهمية ٢- معتدلة ٣- مصغرة

أنعكاس الصورة	حجم الصورة	نوع الصورة
(معتدله)	مصغره	خياليه

استعمالاتها : في مرآيه السيارات حيث تكون صور صغيرة مما يسمح بمجل رؤيه أكبر

Mathematical Method of Locating the Image

الطريقة الرياضية لتحديد موقع الصورة

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

معادلة المرآيا الكروية
مقلوب البعد البؤري للمرآة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بُعد الجسم ومقلوب بُعد الصورة عن المرآة.

لا تتنبأ معادلة المرآيا الكروية بالزوغان الكروي ؛ لأنها تعتمد على الأشعة المحورية في تكوين الصور .
التكبير للمرآيا الكروية خاصية التكبير m ؛ ويُقصد به كم مرّة تكون الصورة أكبر من الجسم أو أصغر منه.
والتكبير عملياً هو النسبة بين طول الصورة وطول الجسم. ويمكن

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

التكبير
يُعرّف تكبير مرآة كروية لجسم ما على أنه: طول الصورة مقسوماً على طول الجسم.
ويساوي حاصل قسمة سالب بُعد الصورة عن المرآة على بُعد الجسم عن المرآة.

عند استعمال المعادلة السابقة يكون بُعد الصورة الحقيقية موجباً، لذا يكون التكبير سالباً، وهذا يعني أن الصورة مقلوبة مقارنة بالجسم.
وإذا كان الجسم واقعاً خلف مركز التكور C كانت القيمة المطلقة لتكبير الصورة الحقيقية أقل من 1 وهذا يعني أن الصورة تكون أصغر من الجسم (مصغرة). أما إذا وضع الجسم بين البؤرة F ومركز التكور C كانت القيمة المطلقة لتكبير الصورة الحقيقية أكبر من 1؛ أي أن الصورة أكبر من الجسم (مكبّرة) ؛

دلالات التكبير:

- سالب (الصورة مقلوبه)
- موجب (الصورة معتدله)
- قيمته المطلقة أكبر من 1 (الصورة مكبرة)
- قيمته المطلقة بين ال 0 و ال 1 (الصورة مصغرة)

في الصور الخياليه: البعد البؤري f و بعد الجسم d_o و بعد الصورة d_i سالبين
في الصور الحقيقيه: البعد البؤري f و بعد الجسم d_o و بعد الصورة d_i موجبين

- ينحني الضوء عن عبوره الحد الفاصل بين وسطين بسبب الانكسار .
- يعتمد مقدار الانكسار على خصائص الوسيطين الشفافين و على زاوية سقوط الضوء على الحد الفاصل .
- يتحرف مسار الضوء الخارج من الماء مع حركة الحد الفاصل، مما يؤدي لظهور الأجسام متموجة تحت الماء.

Snell's Law of Refraction

قانون سنل في الانكسار

+ انحراف الضوء يسمى علمياً بـ (الانكسار) وقد درس هذه الظاهرة ديكرت و سنل في زمن كبلر و جاليليو .

• **معامل الانكسار n** : مقداراً ثابتاً يعتمد على المادة ولا يعتمد على الزوايا

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

قانون سنل في الانكسار $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثاني في جيب زاوية الانكسار.

* يرجع اللون الأحمر للقمر خلال مرحلة خسوفه إلى الانكسار و الانعكاس . حيث تحجب الأرض ضوء الشمس عن القمر ف الخسوف لذلك ينكسر الضوء ف الغلاف الجوي و ينتشتت اللون الأخضر و الأزرق و يبقى الأحمر ف يصل للقمر و يعكسه القمر

Wave Model of Refraction

النموذج الموجي في الانكسار

النموذج الموجي في الانكسار : الانكسار يحدث في السطح الفاصل بين الوسيطين .

سبب الانكسار : اختلاف سرعة الضوء في الأوساط الشفافة .

* سرعة الضوء في الهواء أكبر من الماء وسرعة الضوء في الماء أكبر من الزجاج .

+ لا يتغير التردد عندما يعبر الضوء الحد الفاصل بين وسطين

+ يقل الطول الموجي عندما تقل سرعته (يقل الطول الموجي و السرعة خلال اي وسط بينما تزيد ف الفراغ)

* الطول الموجي للضوء في الوسط أقل من الطول الموجي له في الفراغ .

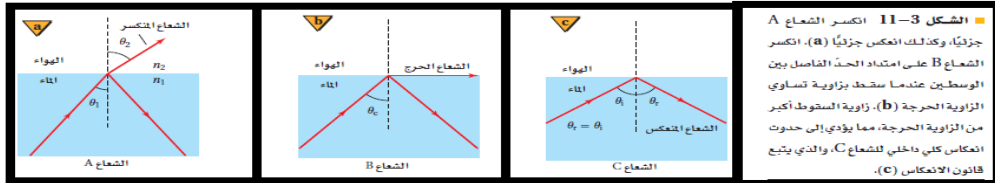
$$n = \frac{c}{v}$$

معامل الانكسار $n = \frac{c}{v}$ معامل انكسار الوسط يساوي سرعة الضوء في الفراغ مقسومة على سرعة الضوء في الوسط.

Total Internal Reflection

الانعكاس الكلي الداخلي

الانعكاس الكلي الداخلي : يحدث عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره كبير الى وسط معامل انكساره أقل ، يسقط الضوء على الحد الفاصل بزوايا أكبر من الزاوية الحرجة ، وينعكس الضوء بصورة كاملة إلى الوسط الذي معامل انكساره أكبر . عندما ينتقل الضوء إلى وسط معامل انكساره أقل تكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط إذ إنه مع زيادة زاوية السقوط تزداد زاوية الانكسار . إلا أنه عند زاوية سقوط معينة تسمى الزاوية الحرجة θ_c ، ينكسر الشعاع على امتداد الحد الفاصل بين الوسيطين، وتكون زاوية الانكسار 90.0°



الشكل 11-3 انكسار الشعاع A جزئياً، وكذلك انعكاس جزئياً (B) انكسر الشعاع B على امتداد الحد الفاصل بين الوسيطين عندما يسقط بزوايا تساوي الزاوية الحرجة (b). زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة، مما يؤدي إلى حدوث انعكاس كلي داخلي للشعاع C، والذي يتبع قانون الانعكاس (C).

تطبيقات على الانعكاس الكلي الداخلي : * تعد الألياف البصرية تطبيقاً تقنياً مهماً للانعكاس الكلي الداخلي .

تعد الألياف البصرية تطبيقاً تقنياً مهماً للانعكاس الكلي الداخلي. يصطدم الضوء الذي ينتقل خلال الليف الشفاف بالسطح الداخلي للليف البصري دائماً بزوايا أكبر من الزاوية الحرجة، لذا ينعكس الضوء انعكاساً كلياً داخلياً فلا ينفذ أي جزء منه خلال الحد الفاصل . ولذلك فإن الضوء يحافظ على شدته على طول المسافة التي يمتدّها الليف

تطبيقات على الانعكاس الكلي الداخلي : ظاهرتي السراب الصحراوي والسراب القطبي .

Mirages

السراب

يتكون السراب نتيجة تسخين الشمس للطريق؛ إذ تسخن الطريق الحرارة الهواء فوقها وتنتج طبقة حرارية من الهواء تؤدي إلى انحراف الضوء المنتقل في اتجاه الطريق تدريجياً إلى أعلى؛ مما يجعل الضوء يبدو قادماً من انعكاس في بركة وتحدث ظاهرة مشابهة تسمى السراب القطبي؛ عندما يبدو انعكاس قارب بعيد فوق القارب نفسه، حيث يُبقي الماء الهواء القريب من سطحه بارداً. * السراب لا يؤثر فيه موجات هيجنز .

Dispersion of Light

تفريق (تحليل) الضوء

تفريق الضوء : تحليل الضوء الأبيض إلى طيف من الألوان عند مروره خلال منشور زجاجي .

* اللون البنفسجي ينكسر أكثر من اللون الأحمر لأن سرعة الضوء البنفسجي خلال الزجاج أقل من الضوء الأحمر حيث ان تردده ومعامل انكساره اكبر من الأحمر + تتغير سرعته الضوء تبعاً ل معامل الانكسار و درجة الحرارة و نوع الوسط

* قوس المطر يؤثر فيه الانعكاس الكلي الداخلي . حيث ينكسر ضوء الشمس الساقط على قطرات الماء وينكسر كل لون بزوايا انكسار مختلفة

+ يتكون قوس المطر عندما يتفرق ضوء الشمس بفعل قطرات الماء ف الغلاف الجوي

* تصنع القطرات التي تعكس الضوء الأحمر زاوية 4.2° مع أشعة الشمس . أما القطرات التي تعكس الضوء الأزرق فتصنع زاوية 40° مع أشعة الشمس .

قد ترى أحياناً قوس مطر ثانٍ باهت، ويقع قوس المطر الثاني خارج الأول، كما يكون باهتاً، وله ترتيب ألوان معكوس. وينتج هذا التأثير بسبب انعكاس أشعة الضوء مرتين في داخل قطرة الماء.

11-2 العدسات المحدبة والمقعرة Convex and Concave Lenses

كتب الفيزيائي الفرنسي برنارد أوف جوردون حول استخدام العدسات لتصحيح النظر. واستخدم جاليليو عدستين لصنع التلسكوب. واستخدمت العدسات منذ زمن جاليليو في أجهزة عديدة، منها الميكروسكوبات وآلات التصوير وقد تكون العدسات أكثر الأدوات البصرية فائدة.

Types of Lenses

أنواع العدسات

العدسة المحدبة: تكون أكثر سمكاً عند الوسط. (و تسمى العدسة المجمعة لأنها تجمع الضوء) **تطبيقات العدسة المحدبة:** العدسة المكبرة
العدسة المقعرة: تكون أكثر سمكاً عند الأطراف (و تسمى العدسة المفرقة لأنها تفرق الضوء) **تطبيقات العدسة المقعرة:** العين السحرية.

معادلتا العدسة

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

معادلة العدسة الرقيقة
مقلوب البعد البؤري للعدسة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بُعد الصورة ومقلوب بُعد الجسم عن العدسة.

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

التكبير
يعرف تكبير عدسة كروية لجسم ما بأنه نسبة طول الصورة إلى طول الجسم، ويساوي سالب بُعد الصورة عن العدسة مقسوماً على بُعد الجسم عن العدسة.

(العدسات عكس المرآة.. في الصور الحقيقية تتكون الصورة خلف العدسة.. وفي الصور الخيالية تتكون الصورة أمام العدسة)

Convex Lenses and Real Images

العدسات المحدبة والصور

انعكاس الصورة	حجم الصورة	نوع الصورة
حقيقية: مقلوبه خياليه: معتدله	حقيقية: (بعد الجسم عن العدسة أكثر من 2F مصغره) (بعد الجسم بين F و 2F مكبره) (بعد الجسم عند 2F نفس الحجم) خياليه: مكبرة دائماً	حقيقية: (الصورة خلف العدسة) خياليه: (الصورة أمام العدسة)

Concave Lenses

العدسات المقعرة

انعكاس الصورة	حجم الصورة	نوع الصورة
معتدله	مصغرة دائماً	خياليه: (الصورة أمام العدسة)

يجب أن نتذكر عند استخدام معادلة العدسة الرقيقة لحل مسائل على العدسات المقعرة أن نظام الإشارات للبعد البؤري يختلف عنه للعدسة المحدبة. فإذا كان البعد البؤري للعدسة المقعرة 24 cm فإن عليك أن تستخدم القيمة $f = -24$ cm في معادلة العدسة الرقيقة. وتكون الصور المتكوّنة بوساطة العدسة المقعرة جميعها وهمية، لذا فإذا كان بُعد الصورة 20 cm عن العدسة فإن عليك أن تستخدم القيمة $d_i = -20$ cm. أما بُعد الجسم فيكون موجباً دائماً.

في الصور الخيالية: البعد البؤري f و بعد الصورة d_i سالبين
في الصور الحقيقية: البعد البؤري f و بعد الصورة d_i موجبين

بعد الجسم d_o دائماً موجب

Defects of Spherical Lenses

عيوب العدسات الكروية

1-الزوغان الكروي 2-الزوغان اللوني

الزوغان الكروي: عدم قدرة العدسة الكروية على تجميع الأشعة المتوازية جميعها في نقطة واحدة. وسببه اتساع سطح العدسة
علاجه: 1-سقوط الأشعة بالقرب من المحور الرئيس 2-استخدام أكثر من عدسة

الزوغان اللوني: هو عيب يوجد في العدسات ولا يوجد في المرايا حيث يظهر الجسم من خلال العدسة محاطاً بالألوان. ويحدث عندما تستخدم عدسة مفردة *ويمكن تخفيض عيب الزوغان اللوني باستخدام العدسات اللاونية.
العدسات اللاونية: هي نظام مكون من عدستين أو أكثر كعدسة محدبة مع عدسة مقعرة لهما معامل انكسار مختلفين.

11-3 تطبيقات العدسات Applications of Lenses

Lenses in Eyes

1- العدسات في العينين

العين البشرية أداة بصرية مملوءة بسائل. وهي على هيئة وعاء كروي **مكوناتها:**

القرنية: ينتقل الضوء المنبعث أو المنعكس عن الجسم ويتجمع إلى داخل العين من خلالها .

العدسة: مسؤولة عن التجميع الدقيق الذي يسمح برؤية الأجسام البعيدة و القريبة بوضوح تام .

*تستطيع العضلات المحيطة بالعين ان تجعل العدسة تنقبض أو تتبسط . فعندما تنقبض يقل البعد البؤري للعين وتسمح برؤية الأجسام القريبة ، أما عندما ترتخي تسمح برؤية الأجسام البعيدة

*يمر الضوء بعد انتقاله خلال القرنية إلى العدسة ويتجمع على الشبكية الموجودة في مؤخرة العين . ثم تمتص خلايا متخصصة في الشبكية الضوء وترسل المعلومات بواسطة العصب البصري إلى الدماغ .

++يظن البعض أن العدسة هي التي تجمع الضوء و لكن هذا خاطئ فالقرنيه هي التي تقوم بهذا ++

قصر النظر و طول النظر :

العلاج	السبب	الحالة
ارتداء عدسات مقعرة	يكون البعد البؤري للعين أقل من البعد البؤري للعين السليمة تتكون الصورة أمام الشبكية	قصر النظر
ارتداء عدسات محدبة	يكون البعد البؤري للعين أكبر من البعد البؤري للعين السليمة تتكون الصورة خلف الشبكية	طول النظر

Refracting Telescopes

2- التلسكوب (المنظار الفلكي) الكاسر

يستخدم المنظار الفلكي الكاسر العدسات لتقريب الأجسام البعيدة وتكبير صورها. وتستخدم عدسات عينية محدبة لالونية في المنظار دائماً. وتعمل مجموعة العدسات هذه على إزالة الألوان المحيطة، أو التخلص من الزوغان اللوني المتشكل مع الصورة. يكون صور وهمية و مكبرة و مقلوبه

Binoculars

3- المنظار

يكون المنظار- مثل المنظار الفلكي الكاسر- صوراً مكبرة للأجسام البعيدة. ويشبه كل جانب من المنظار تلسكوباً صغيراً ؛ يكون صور مكبرة و معتدله

Microscopes

4- المجهر (الميكروسكوب)

تكون صور مقلوبه و مكبرة جدا

كل هذه التطبيقات أعلاه تستخدم **محدبة نوعي العدسات (شئية و عينية)**

Cameras

5- آلات التصوير

تستخدم عدسه مفردة لا لونية

الضوء غير المترابط : هو ضوء ذو مقدمات موجية غير مترابطة . مثل ضوء مصباح قريب او عند سقوط المطر بغزارة .
الضوء غير المترابط : لا يظهر متقطعاً أو غير مترابط لأن تردد موجات الضوء كبير جداً .

■ Interference of Coherent Light

■ تداخل الضوء المترابط (المتزامن)

الضوء المترابط : هو الضوء الناتج عن تراكب مصدرين أو أكثر مشكلاً مقدمات موجات منتظمة .
*يمكن توليد مقدمة موجة منتظمة من مصدر نقطي كما يمكن توليدها من مصادر نقطية عدة عندما تتزامن هذه المصادر النقطية جميعها .
مثل : أشعة الليزر .

تفسير الطبيعة الموجية للضوء : (تجربة الشق المزدوج لـ يونج)

أثبت الفيزيائي الإنجليزي توماس يونج أن للضوء خصائص موجية، وذلك عندما وجه يونج ضوء مترابط عبر شقين و عندما نفذ الضوء من الشقين وتداخلوا و سقطا على شاشة لاحظ أنه لم ينتج ضوء منتظماً بل ولد حزم مضيئة وأخرى معتمه سماها يونج (أهداب التداخل)

+الحزم المضيئة التي ظهرت ناتجة عن التداخل البناء +
+الحزم المعتمه التي ظهرت نتجت عن التداخل الهدام +
+استخدم يونج ضوء أحادي اللون : وهو ضوء له طول موجي واحد
تعتمد مواقع حزم التداخل البناء و الهدام على الطول الموجي للضوء، الساقط .
أهداب التداخل : نمط مكون من حزم مضيئة و أخرى معتمه يحدث نتيجة التداخل البناء و التداخل الهدام .
ضوء أحادي اللون : ضوء له طول موجي واحد فقط .

ندما يستخدم ضوء أبيض في تجربة شقي يونج فإن التداخل يسبب ظهور أطراف ملونة بدلاً من الأهداب المضيئة و المعتمه .

تداخل الشق المزدوج لتوليد ضوء مترابط من ضوء غير مترابط، وضع يونج حاجزاً ضوئياً ذا شق ضيق أمام مصدر ضوئي أحادي اللون ولأن عرض هذا الشق كان صغيراً جداً، فقد نفذ الجزء المترابط من الضوء فقط،

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

الطول الموجي من تجربة شقي يونج

الطول الموجي للضوء المقيس بتجربة شقي يونج يساوي المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء الأول على الشاشة، مضروبة في المسافة بين الشقين، ومقسومة على المسافة بين الشقين والشاشة.

■ Thin-film Interference

■ التداخل في الأغشية الرقيقة

التداخل في الأغشية الرقيقة : التداخل البناء و الهدام للموجات الضوئية بسبب انعكاسها عن الغشاء الرقيق .

تطبيق على التداخل في الأغشية الرقيقة : فقاعات الصابون . فراشة المورفو .

الضوء المنعكس عن الغشاء الرقيق ضوء مترابط .

تعزيز اللون : زيادة شدة إضاءة اللون لتعزيز اللون يجب أن يكون للموجتان المكونتان للضوء الطول الموجي نفسه
ملاحظة :

– قد تكون الأغشية الرقيقة متساوية في السمك أو مختلفة مثل فقاعة الصابون .

– يظهر التعزيز في لون واحد فقط في الأغشية المتساوية في السمك عندما تتحقق الشرط $d = \lambda/4$

– أما في الأغشية مختلفة السمك مثل فقاعة الصابون تظهر جميع الألوان ويتحقق الشرط عند كل سمك في كل لون

فتبرز جميعها أي تداخل بناء لها جميعاً .

Diffraction 12-2 الحيود

إذا عبر الضوء المترابط حافتين متقاربتين يتكوّن نمط حيود؛ وهو نمط يتكوّن على شاشة نتيجة التداخل البناء والهدام لموجات هيجنز.

Single-Slit Diffraction

حيود الشقّ الأحاديّ

كيف يحدث حيود الشقّ الأحاديّ ؟

عندما يمر الضوء خلال شقّ صغير عرضه أكبر من الطول الموجي للضوء فإنه يحيد عن كلتا الحافتين .

ما هو شكل أهداب الحيود المتكوّنة ؟

عبارة عن نمط يتكوّن من هدب مركزي عريض ومضيء، مع أهداب أقل سمكاً و أقل إضاءة مع كلا الجانبين (مضيئة و معتمة وأقل إضاءة)

كيف تنتج الأهداب المضيئة ، والأقل إضاءة ، و المعتمة ؟

الأهداب المضيئة : نتيجة تداخل أزواج من موجات هيجنز تداخلاً بناءً .

لأهداب الأقل إضاءة : نتيجة تداخل أزواج من موجات هيجنز تداخلاً هداماً جزئياً .

الأهداب المعتمة : نتيجة تداخل أزواج من موجات هيجنز تداخلاً هداماً .

قارن بين عرض الحزمة المركزية المضيئة في نمط حيود الشقّ الأحاديّ ؟ ونمط تداخل الشقّ المزدوج ؟

متطابقة لأن تداخل الشقّ المزدوج ينتج عن تداخل أنماط حيود الشقّ الأحادي للموجات الناتجة عن الشقين

ما العلاقة بين عرض الحزمة الضوئية و الطول الموجي للضوء ؟

علاقة طردية ، كلما زاد الطول الموجي زاد عرض الحزمة الضوئية .

لاحظ أن المسافات بين الانماط ليست متساوية كما ف تجربة يونج لأن يونج سلط ضوئين وليس ضوء واحد

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{W}$$

عرض الحزمة المضيئة في حيود الشقّ المفرد
عرض الحزمة المركزية المضيئة يساوي حاصل ضرب ضعف الطول الموجي في
البعد عن الشاشة مقسوماً على عرض الشقّ.

وباختصار العدد 2 من طرفي المعادلة أعلاه تحصل على المسافة بين مركز الهدب المركزي
المضيء والهدب المعتم الأول.

يُقدّم حيود الشقّ الأحاديّ تصوّراً واضحاً للطبيعة الموجية للضوء عندما يتراوح عرض الشقّ بين 10 و 100 ضعف الطول الموجي للضوء.
أما إذا كانت الفتحات أكبر من ذلك فإنها تكوّن ظلالاً حادة، وكان العالم إسحق نيوتن أول من لاحظ ذلك.

استفادات الحيود : أداة فعالة لقياس الطول الموجي للضوء، عند استخدام عدد كبير من الشقوق بعضها بجانب بعض .

Diffraction Gratings

محزوزات الحيود

ما هو محزوز الحيود ؟ وماهي أنواعه ؟ واذكر مثال لكل نوع إن وجد .

محزوز الحيود : أداة مكونة من شقوق عدة مفردة تسبب حيود الضوء، مما يساعد في قياس الطول الموجي

أنواعه :

1- محزوز النفاذ : يصنع بعمل خدوش على زجاج منفذ للضوء، على صورة خطوط رفيعة جداً باستخدام رأس ألماس حيث

تعمل الفراغات بين الخدوش كالشقوق . مثل : المجوهرات .

2- محزوز طبق الأصل أو المحزوز العشائي : يصنع بضغط صفيحة بلاستيك على محزوز زجاجي وعندما تسحب الصفيحة تترك

على سطحها أثر مماثل للمحزوز الزجاجي .

3- محزوز الانعكاس : يصنع بحفر خطوط رفيعة جداً على سطوح معدنية أو زجاج عاكس . مثل : انعكاس الضوء الأبيض عن

سطح قرص مدهج .

قياس الطول الموجي

ما هو الجهاز المستخدم لقياس الطول الموجي ؟ المطياف

ما هو جهاز المطياف ؟

هو جهاز يستخدم لقياس الطول الموجي حيث يبعث المصدر المراد تحليله ضوءاً يوجه نحو الشقّ فينفذ خلاله ثم يسقط على محزوز حيود

يمكن مشاهدته بتلسكوب المطياف .

ما هو شكل نمط الحيود المتكون من محزوز الحيود ؟ عبارة عن أهداب مضيئة ضيقة تفصلها مسافات متساوية . كلما زاد عدد الشقوق لكل وحدة طول من المحزوز تكوّنت أهداب أكثر ضيقاً في نمط الحيود. لذا يمكن قياس المسافة بين الأهداب المضيئة باستخدام المطياف بدقة أكبر، مقارنة باستخدام الشقّ المزدوج.

$$\lambda = d \sin \theta \quad \text{الطول الموجي من محزوز الحيود}$$

الطول الموجي للضوء يساوي المسافة الفاصلة بين الشقوق مضروبة في جيب الزاوية التي يتكوّن عندها الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى.

ويحدث التداخل البناء بواسطة محزوز الحيود عند زوايا على جانبي الهدب المركزي المضيء، ويعبّر عنه من خلال المعادلة $m\lambda = d \sin \theta$ ، حيث $m = 0, 1, 2, \dots$ ، ويحدث الهدب المضيء المركزي عند $m=0$.

Resolving Power of lenses

قوة التمييز للعدسات

- تعمل العدسة المستديرة في المنظار الفلكي و المجهر و عدسة العين عمل ثقب يسمح للضوء بالمرور خلاله ويسبب

حيود للضوء، فتنتج حلقات ومعتمة متعاقبة بواسطتها .

إذا كان هناك نجمان قريباً من بعض جداً فإن صورتيهما تتداخلان مما يؤدي الى عدم معرفه هل هو نجم واحد ام نجمان و وضع العالِب ريليه معيار لتحديد اذا كان هناك نجم ام نجمان في مثل هذه الصورة

- ينص معيار ريليه على انه إذا سقط مركز البقعة المضيئة لصورة احد النجمين على الحلقة المعتمة الاولى للنجم الثاني

فإن الصورتين تكونان عند حد الفصل أو التمييز . أي أنه في هذه الحالة يكون المشاهد قادرا على التمييز بين وجود نجم أو نجمين

- إذا كانت الصورتان عند حد التمييز فيبعد مركزا البقعتين المضيئتين للصورتين أحدهما عن الآخر x و تحدد بمعيار ريليه

$$x_{\text{الجسم}} = \frac{1.22\lambda L_{\text{الجسم}}}{D} \quad \text{معيار ريليه}$$

المسافة الفاصلة بين جسمين عندما يكونان عند حد التمييز تساوي 1.22 مضروباً في الطول الموجي للضوء والمسافة من الفتحة المستديرة إلى الجسمين مقسوماً على قطر الفتحة المستديرة.

الحيود في العين البشرية :

إن تطبيق معيار ريليه لإيجاد قدرة العين على التمييز بين مصدرين متباعدين يدل على أنّ العين البشرية لها القدرة على التمييز بين الضوءين الإماميين لمركبة (المسافة بينهما 1.5m) على بعد 7km وعملياً لا يحدث الحيود من عمل العين .

*تدعي بعض الشركات انها طورت تلسكوبات محدوده الحيود و هذا خاطئ لان اصلا الضوء عندما يعبر الغلاف الجوي يكون حدث له تغيرات تسبب الحيود لذلك التلسكوبات خارج الغلاف الجوي مقاومة للحيود بشكل كبير

*كلما كبر قطر مرآة المنظار الفلكي زادت قدرته على تمييز المصادر النقطيه و بالتالي يقاوم الحيود جزئيا

*تلسكوب هابل هو من أقدر التلسكوبات على تمييز المصادر النقطيه لانه يقع خارج الغلاف الجوي

5-1 المتجهات Vectors

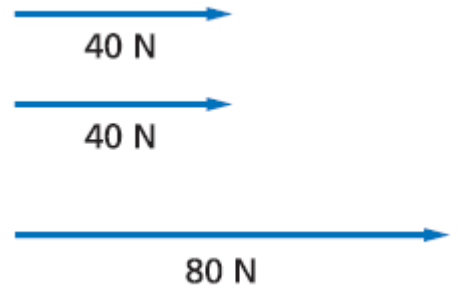
***المتجهات في أبعاد متعددة:**

تمهيد: *يتم تمثيل المتجة برسم سهم

حيث يمثل طول السهم مقدار الكمية الفيزيائية ويمثل رأس السهم (المتجة) إتجاه الكمية الفيزيائية .

خصائص المتجهات :

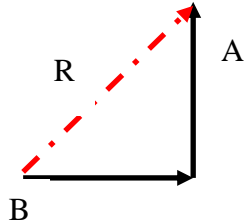
المتجهات التي لها نفس الاتجاه تجمع جبريا



المتجهات مختلفه الاتجاهات أو المائله :

*نستطيع نقل المتجهات بحيث يوضع ذيل المتجة على رأس متجة آخر دون تغيير مقدارها أو اتجاهها

ويمكن جمع المتجهين بتوصيل ذيل المتجة الأول مع رأس المتجة الثاني و رسم الوتر و هو يمثل المحصله R



1- ولإيجاد محصلة (R) متجهين الزاوية بينهما 90° نستخدم نظرية فيثاغورس

$$R^2 = A^2 + B^2$$

"إذا كانت الزاوية بين متجهين A و B قائمة فإن مجموع مربعي مقدار المتجهين يساوي مربع مقدار المتجه المحصل."

2- ولإيجاد محصلة متجهين الزاوية بينهما لاتساوي 90° نستخدم نظرية الجيب أو جيب التمام

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta$$

"مربع مقدار المتجه المحصل يساوي مجموع مربعي مقدارَي المتجهين مطروحاً منه ضعف حاصل ضرب مقدارَي المتجهين مضروباً في جيب تمام الزاوية التي بينهما".

$$\text{قانون الجيب: } \frac{R}{\sin \theta} = \frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b}$$

"مقدار المحصلة مقسوماً على جيب الزاوية التي بين المتجهين يساوي مقدار أحد المتجهين مقسوماً على جيب الزاوية التي تقابله".

الموضوع / مركبات المتجه

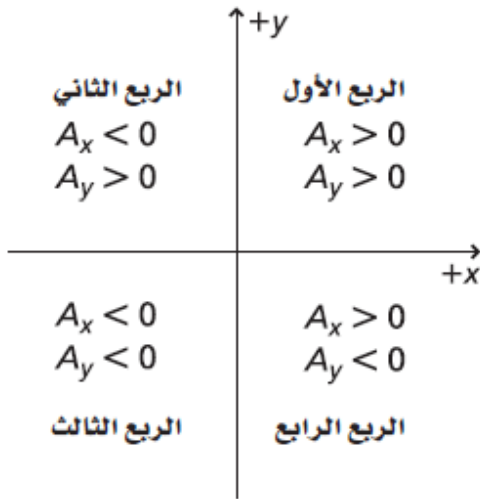
النظام الإحداثي : هو عبارة عن محور أفقي (-X+X) ومحور عمودي (-Y+Y)
تعريف تحليل المتجه : هو تجزئة المتجه إلى مركباته .

اتجاه المتجه : هو الزاوية التي صنعها المتجه مع محور X في عكس اتجاه حركه عقارب الساعة
يُمكن قياس أطوال مركبات المتجهات بطريقة الرسم، كما يمكن أيضاً إيجاد المركبات باستعمال علم المثلثات. فتحسب المركبات باستعمال المعادلات المبينة أدناه، وتكون الزاوية θ مقيسة في عكس اتجاه عقارب الساعة من محور X الموجب.

$$\cos \theta = \frac{\text{الضلع المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{A_x}{A} \Rightarrow A_x = A \cos \theta$$

$$\sin \theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{A_y}{A} \Rightarrow A_y = A \sin \theta$$

عندما تكون الزاوية التي يصنعها المتجه مع محور X الموجب أكبر من 90° فإن إشارة إحدى المركبتين أو كليهما تكون سالبة كما في الشكل



■ الشكل 4-5 تعتمد إشارة مركبة

المتجه على الربع الذي تقع فيه.

ولإيجاد الزاوية أو اتجاه المحصلة تذكر أن ظل الزاوية الذي يصنعه المتجه المحصل مع محور X يُعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{R_y}{R_x} \right)$$

"زاوية المتجه المحصل تساوي الظل العكسي لخارج قسمة المركبة Y مقسومة على المركبة X للمتجه المحصل".

5-2 الاحتكاك Friction

الموضوع: الإحتكاك

قوة الإحتكاك تنقسم الى قسمين هما

الإحتكاك الحركي: وهو الاحتكاك الذي يؤثر ف الاجسام المتحركة وهو قوة تؤثر في السطح عندما يتحرك ملامسا لسطح اخر

الإحتكاك السكوني: قوة تؤثر في سطح بواسطة سطح آخر عندما لا يكون هناك حركة بينهما

تعتمد قوة الاحتكاك بشكل اساسي على : 1-المواد التي تتكون منها السطوح ++ هناك اعتقاد خاطئ انها تعتمد على مساحه السطوح المتلامسه و هذا خطأ ++ *هناك تناسب طردي بين قوة الاحتكاك الحركي و القوة العموديه

معامل الاحتكاك الحركي: هو ميل الخط الذي يربط بين قوة الاحتكاك و القوة العموديه μ_k

$$f_k = \mu_k F_N$$

"قوة الاحتكاك الحركي تساوي حاصل ضرب معامل الاحتكاك الحركي في القوة العمودية.

قوة الاحتكاك السكوني: $f_s \leq \mu_s F_N$

"قوة الاحتكاك السكوني أقل من أو تساوي حاصل ضرب معامل الاحتكاك السكوني في القوة العمودية".

معامل الاحتكاك السكوني: معامل الاحتكاك السكوني بين سطحين μ_s

+ عند تطبيق القانون و ضرب المعامل السكوني ف القوة العمودية فانه ينتج لنا القوة القصوى و لذلك وضع ف القانون علامه اصغر من او يساوي ولا يمكن ان تكون أكبر من قيمه القصوى

+ اغلب معاملات الاحتكاك اقل من واحد و في حالات خاصه تكون اكبر من الواحد .

عند التعامل مع الحالات التي تتضمن قوى الاحتكاك ينبغي تذكر الأمور التالية:
أولاً: يؤثر الاحتكاك دائماً في اتجاه يعاكس اتجاه الحركة (أو عندما يكون الجسم على وشك الحركة في حالة الاحتكاك السكوني).

ثانياً: يعتمد مقدار قوة الاحتكاك على مقدار القوة العمودية بين السطحين، ولكن ليس من الضروري أن يعتمد على وزن أي من الجسمين.

ثالثاً: حاصل ضرب معامل الاحتكاك السكوني في القوة العمودية يعطي القيمة القصوى لقوة الاحتكاك السكوني.

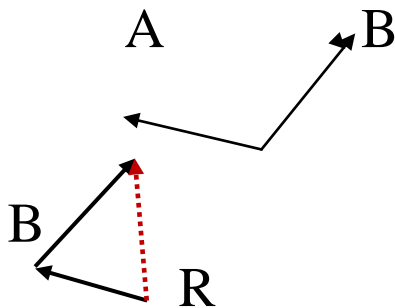
5-3 القوة والحركة في بعدين

القوة والحركة في بعدين

متى يحدث الاتزان لجسم ما؟

عندما تكون محصلة القوة المؤثرة فيه تساوي صفراً (لايتسارع الجسم) أي أنه ساكن أو يتحرك بسرعة ثابتة

س: كيف نجعل جسم تؤثر عليه قوتين محصلتهما لاتساوي صفراً متزاناً؟



ج:

1 نوجد محصلة القوتين A, B

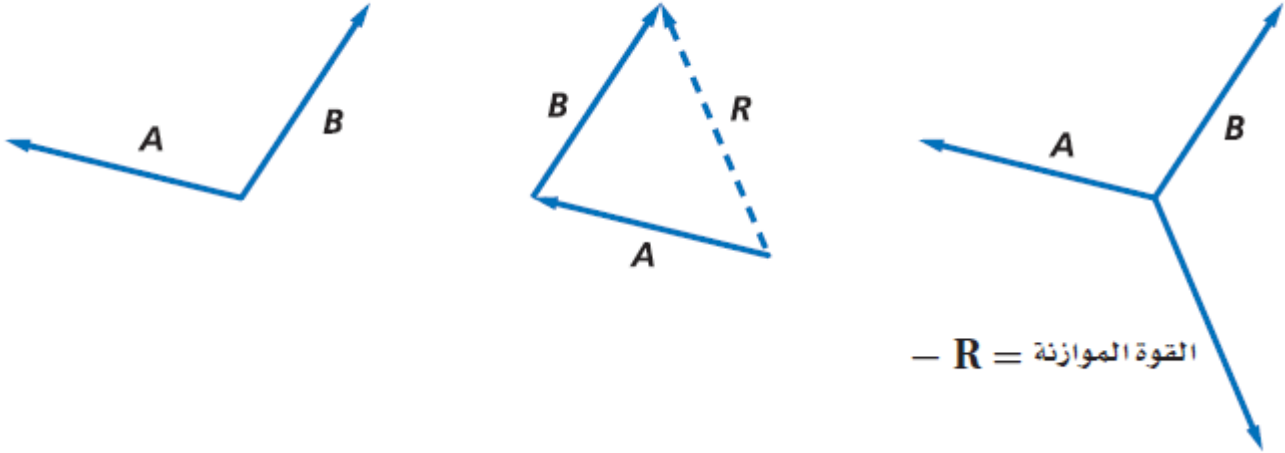
2 للمحصلة هي R

A

3- نقوم برسم متجة آخر يعاكس اتجاه المحصلة R
يعمل على اتزان الجسم (يسمى هذا المتجة القوة الموازنة)

القوة الموازنة = -R

الشكل 12-5 للقوة الموازنة مقدار القوة المحصلة نفسها، ولكنها تعاكسها في الاتجاه.



تعريف القوة الموازنة : وهي عبارة عن قوة مساوية في المقدار لمحصلة قوتين (لاتساوي الصفر) ومعاكسة لها في الإتجاه

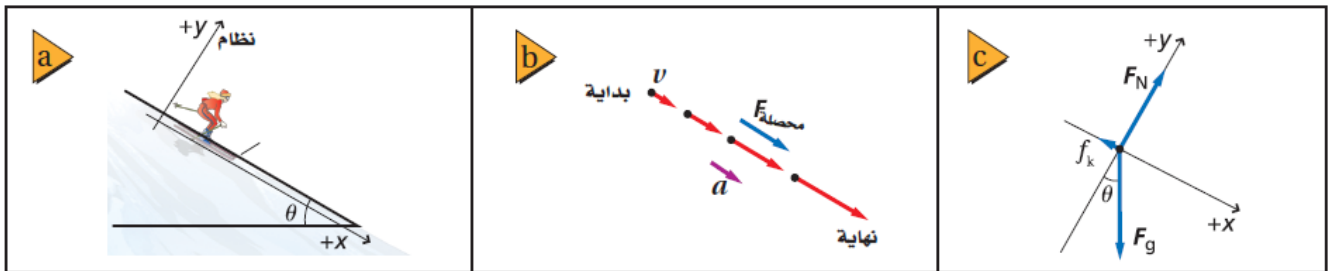
الحركة على مستوى مائل طريقة حل المسائل

1- اختيار نظام إحداثي مناسب (المحاور)

2- بما أن تسارع الجسم يكون موازياً للسطح المائل فإن احد المحاور يجب أن تكون في هذا الإتجاه (محور X) الموازي للسطح

3- أما محور (Y) فيكون عمودي على محور X وعلى السطح المائل وفي هذا النظام الإحداثي يكون هناك قوتان في اتجاه المحاور هما قوة الاحتكاك والقوة العمودية ولا تكون قوة الوزن في اتجاه أي من المحاور

الشكل 13-5 ينزلق متزلج على مستوى مائل (a). حدد القوى التي تؤثر في المتزلج (b) وارسم مخطط الجسم الحر الذي يصف هذه القوى (c). من المهم أن ترسم اتجاه قوة الاحتكاك والقوى العمودية بصورة صحيحة لتحليل مثل هذه الحالات على نحو مناسب.



6-1 حركة المقذوف Projectile Motion

حركة المقذوف:

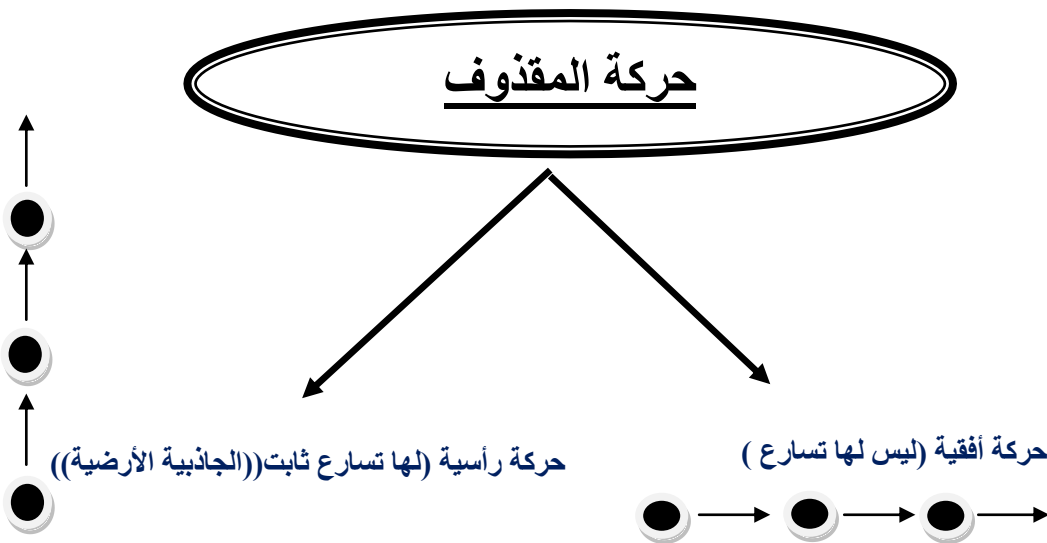
المقذوف: هو الجسم الذي يطلق في الهواء

– وحركة الجسم في الهواء تسمى مسار المقذوف .

ملاحظة: القوة الوحيدة المؤثرة على الجسم أثناء حركته في الهواء هي قوة الجاذبية الأرضية .

استقلالية الحركة في بعدين:

حركة المقذوف تنقسم الى قسمين :



ملاحظة: الحركة الأفقية والرأسية للمقذوف مستقلتان

المقذوفات التي تطلق بزواوية

عندما يطلق مقذوف بزواوية فإنه يتم تحليل حركته الى مركبتان أفقيه ورأسية
ملاحظة: عند أقصى ارتفاع يكون للجسم سرعة أفقية فقط والسرعة الرأسية تساوي صفرًا

مقاومة الهواء

أن قوة مقاومة الهواء موجودة دائماً فهي تظهر واضحة على بعض الأجسام مثل (الأجسام الخفيفة – الريشة-) ولا تهمل. ولا تظهر واضحة على الأجسام الثقيلة -النتوءات الصغيرة في كرة الجولف يجعلها تقلل من مقاومة الهواء . دوران كرة البيسبول حول نفسها يجعلها تتأثر بقوة بالهواء .

6-2 الحركة الدائرية Circular Motion

الحركة الدائرية المنتظمة: حركة جسم بسرعة ثابتة المقدار حول دائر نصف قطرها ثابت.
+ يحدد موقع الجسم ف الحركة الدائرية بالنسبة الى مركز الدائرة بـ **متجه الموقع** r

$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

السرعة المتجهة المتوسطة
ف الحركة الدائرية

التسارع المركزي: (a_c)

وسمي بهذا الاسم لأن اتجاه التسارع يكون الى مركز الدائرة

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad \text{و يكافئ} \quad a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

يشير اتجاه التسارع المركزي إلى مركز الدائرة دائمًا، ومقداره يساوي حاصل قسمة مربع السرعة على نصف قطر دائرة الحركة.

قانون السرعة على مسار دائري

$$\bar{v} = \frac{2\pi r}{T}$$

حيث T **الزمن الدوري** (الزمن اللازم لإتمام دورة كاملة)

القوة المركزية
محصلة القوى التي تؤثر نحو مركز دائرة والتي تسبب التسارع المركزي للجسم.

قانون القوة المركزية:

$$F_{\text{محصلة}} = ma_c$$

القوة المحصلة المركزية تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في تسارعه المركزي.

القوة الوهمية A Nonexistent Force

القوة الطاردة عن المركز هي القوة الوهمية التي يبدو أنها تسحب الجسم المتحرك بسرعة دائرية ثابتة.

6-3 السرعة النسبية Relative Velocity

السرعة النسبية

العلاقة الرياضية للسرعة النسبية عندما تكون الحركة في إتجاه واحد

$$v_{a/c} = v_{a/b} + v_{b/c} \text{ السرعة النسبية}$$

سرعة الجسم a بالنسبة للجسم c هي حاصل الجمع الاتجاهي لسرعة الجسم a بالنسبة للجسم b ، ثم سرعة الجسم b بالنسبة للجسم c .

حيث

a الجسم الراكب (مثل رجل في حافلة)

c الجسم الثابت (مثل الأرض)

b الجسم المتحرك (مثل الحافلة)

تذكر أن مفتاح التحليل الصحيح لمسائل السرعة النسبية في بعدين هو الرسم الصحيح لمثلث يمثل السرعات الثلاث. وعند رسم هذا المثلث يمكنك تطبيق مبدأ جمع المتجهات، كما تعلمت في الفصل الخامس. فإذا كان هناك مثلث قائم الزاوية، يمكنك تطبيق نظرية فيثاغورس، أما إذا كانت الزاوية غير قائمة فلا بد من استعمال قانون الجيب أو جيب التمام أو كليهما.

7-1 حركة الكواكب والجاذبية Planetary Motion and Gravitation

حركة الكواكب والجاذبية:

نبذة عن علماء الفلك

-البولندي (كوبرنيكس) افترض أن الأرض وغيرها من الكواكب تدور حول الشمس.

-الدانمركي (تايكو براهي) الشمس والقمر يدوران حول الأرض وتدور الكواكب الأخرى حول الشمس .

-الألماني (يوهان كبلر) اكتشف القوانين التي تصف حركة كل كوكب .

قوانين كبلر

قانون كبلر الأول:

تتحرك الكواكب في مسارات اهليلجية وتكون الشمس في إحدى البؤرتين و تدور المذنبات أيضا في مدارات اهليلجية و تقسم لمجموعتين حسب الزمن التي تستغرقه لاكمال دورة كاملة (الزمن الدوري)

1-مجموعه لها زمن دوري أكبر من 200 سنة مثاله مذنب (هال-بوب) و زمنه 2400سنة

2-مجموعه لها زمن دوري أقل من 200 سنة مثاله مذنب (هالي) و زمنه 76 سنة

قانون كبلر الثاني :

تتحرك الكواكب بسرعه أكبر عندما تكون أقرب للشمس و بسرعه أقل عندما تكون أبعد عن الشمس

+الخط الوهمي من الشمس الى الكوكب يمسح مساحات متساوية في ازمنة متساوية ويطبق القانون الأول والثاني على كل كوكب على حدة .

قانون كبلر الثالث :

مربع النسبة لأي زمنيين دوريين لي كوكبين يساوي مكعب النسبه بين بعديهما عن الشمس

$$\left(\frac{T_A}{T_B}\right)^3 = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \quad \text{القانون الثالث لكبلر:}$$

أما القانون الثالث فيربط بين حركة أكثر من كوكب (يستعمل لمقارنة أبعاد الكواكب عن الشمس بأزمانها الدورية ويستعمل لمقارنة الأبعاد والأزمان الدورية للقمر وللأقمار الاصطناعية حول الأرض)

+استخدم كبلر جهازي (1- الاسطرلاب 2- آلة السدس)

قانون نيوتن للجذب الكوني

ينص على : قوة الجاذبية بين أي جسمين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \text{قانون الجذب الكوني}$$

قوة الجاذبية تساوي ثابت الجذب الكوني مضروباً في كتلة الجسم 1 مضروباً في كتلة الجسم 2، مقسوماً على مربع المسافة بين مركزي الجسمين.

الجذب الكوني والقانون الثالث لكبلر

وضع نيوتن قانون الجذب الكوني بحيث يتفق مع القانون الثالث لكبلر من خلال قانون الزمن الدوري لكوكب يدور حول الشمس (كتلة الشمس m_s)

يمكن التعبير عن الزمن الدوري لكوكب يدور حول الشمس كما يأتي:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{Gm_s}} \quad \text{الزمن الدوري لكوكب يدور حول الشمس}$$

حيث يتناسب مربع الزمن الدور طردياً مع مكعب المسافة الفاصلة بين مراكز الأجسام

تجربة كافندش لقياس ثابت الجذب الكوني

ساعدت تجربة أجراها العالم كافندش من خلال (موازين كافندش) على :

- 1- تحديد قيمة ثابت الجذب الكوني G
- 2- تأكيد توقعات نيوتن من حيث وجود قوة تجاذب بين أي جسمين
- 3- ساعدت في حساب كتلة الأرض

قيمة ثابت الجذب الكوني $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$

أهمية الثابت G :

حساب كتلة الأرض، حساب كتلة الشمس، حساب قوة الجاذبية بين أي كتلتين

$$M_E = 5.98 \times 10^{24} \quad \text{كتلة الأرض تساوي}$$

7-2 استعمال قانون الجذب الكوني Using the Law of Universal Gravitation

الكتشف العلماء كوكب أورانوس و لكنهم اكتشفوا ان هناك كوكب اخر يجذب أورانوس و كان مجهولا وقتها حتى اكتشف العلماء كوكب نبتون .

مسار الكواكب والأقمار الاصطناعية

يتحرك القمر الاصطناعي الذي يدور على ارتفاع ثابت عن الأرض حركة دائرية منتظمة .

الزمن الدوري للقمر الاصطناعي

لذا فإن الزمن الدوري للقمر الاصطناعي حول الأرض يُعبّر عنه بالعلاقة:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_E}}$$

ولذا تحصل على مقدار سرعة القمر الاصطناعي الذي يدور حول الأرض

$$v=\sqrt{\frac{Gm_E}{r}}$$

بالعلاقة:

كتلة القمر الاصطناعي يزودنا القمر الاصطناعي لاندسات 7 بصور سطحية للأرض وتستعمل هذه الصور في رسم الخرائط ودراسة استغلال الأرض كما يقوم هذا القمر بعمل مسح للمصادر الأرضية والخامات والتغيرات التي تحدث على الكرة الأرضية ويمكن تسريع مثل هذه الأقمار باستعمال الصواريخ التي تزودها بالسرعة المناسبة من أجل وضعها في مساراتها حول الأرض. وكلما زادت كتلة القمر تطلب ذلك صاروخاً أقوى لإيصاله إلى مداره.

تسارع الجاذبية الأرضية Acceleration Due To Gravity

تسارع الجسم الذي يسقط سقوط حر

$$a = g \left(\frac{r_E}{r} \right)^2$$

هذا يوضح أنه كلما ابتعدت عن الأرض فإن التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية يقل تبعاً لعلاقة التربيع العكسي هذه.

الوزن وانعدام الوزن

س: متى لا يمكن الإحساس بالوزن (متى نصل الى نقطة انعدام الوزن) ؟

ج: عندما لا توجد قوى تماس تؤثر في الجسم

وهو المسؤول عن طيران رواد الفضاء و هذه الحالة تسمى ZERO-G

مجال الجاذبية The Gravitational Field

نظريه فاراداي : أن أي جسم له كتلة فهو محاط بمجال جاذبي يؤثر بقوة على أي جسم يوجد في ذلك المجال والسبب يرجع الى التفاعل المتبادل بين كتلة الجسم والمجال الجاذبي

ويعطى من القانون التالي

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad \text{المجال الجاذبي}$$

المجال الجاذبي يساوي ثابت الجذب الكوني مضروباً في كتلة الجسم، مقسوماً على مربع البعد عن مركز الجسم. ويكون اتجاهه في اتجاه مركز الكتلة.

و اذا اردنا ايجاد المجال الجاذبي الذي يسببه اكثر من جسم ف نفس الوقت فاننا نوجد كل واحد على حدى ثم نجمعهم جمعا اتجاهيا و يقاس بوحدته N/Kg أو M/S²

إن شدة المجال الجاذبي عند سطح الأرض تساوي 9.80 N/kg في اتجاه مركز الأرض. ويتناسب المجال عكسياً مع مربع البعد عن مركز الأرض كما يعتمد على كتلة الأرض لا على كتلة الجسم.

نوعا الكتلة Two Kinds of Mass

1- **الكتلة القصور**: هي الكتلة المعتمده على قصور الجسم و هي نسبة مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما الى مقدار تسارعه .

$$m_{\text{القصور}} = \frac{F_{\text{محصلة}}}{a} \quad \text{كتلة القصور}$$

كتلة القصور تساوي مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم مقسومة على مقدار تسارعه.

وتقاس بالتأثير بقوة في الجسم ثم يقاس تسارعه باستعمال ميزان القصور وتعد مقياس لممانعة أو مقاومة الجسم لأي نوع من أنواع القوى المؤثرة فيه و كلما كانت كتله الجسم اكبر كلما قل تسارعه و كلما كان تأثيره أقل ب أي قوة

2 **كتلة الجاذبية**: مقدار قوة الجاذبية بين جسمين وتقاس باستعمال الميزان ذي الكفتين .

$$m_{\text{الجاذبية}} = \frac{r^2 F_{\text{الجاذبية}}}{G m}$$

كتلة الجاذبية
كتلة الجاذبية لجسم ما تساوي مربع المسافة بين الجسمين
مضروبة في مقدار قوة الجاذبية بين الجسمين مقسومة على
حاصل ضرب ثابت الجذب الكوني في كتلة الجسم الثاني.

مبدأ التكافؤ: كتلة القصور وكتلة الجاذبية متساويتان من حيث المقدار

نظريه أينشتاين ف الجاذبيه :

(و تسمى النظرية النسبية العامة)

افترض اينشتاين ان الجاذبيه ليست مجرد قوة بل هي تأثير من الفضاء نفسه و بناء على نظريه اينشتاين فان الكتل تغير الفضاء المحيط بها فتجعله منحنيا و تتسارع الاجسام الاخرى بسبب الطريقه التي تسير بها في هذا الفضاء المنحني و قد تنبأت بما يلي :

- 1- انحراف الضوء عند مروره بالقرب من اجسام ذات كتل كبيره جدا
- 2- **الثقوب السوداء** (هي اجسام ذات كتل و كثافه كبيره فاذا خرج منها ضوء فانه يرتد اليها بشكل كامل و بذلك ف هي معتمه)