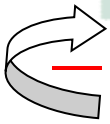
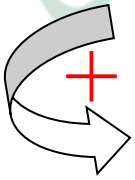
الحركة الدورانية

نلاحظ كثير من الأجسام تتحرك حركة دورانية من أمثلتها :-
حركة قرص الحاسب المدمج CD , حركة الإطارات , حركة بعض الألعاب في مدينة الألعاب ...

هناك وحدات مختلفة لقياس زوايا الدوران ...
الدرجة : رمزها (°) . مقدارها : تعادل $\frac{1}{360}$ من الدورة الكاملة . الدورة الكاملة : 360°
الراديان : رمزها (rad) . مقدارها : تعادل $\frac{1}{2\pi}$ من الدورة الكاملة . الدورة الكاملة : 2π rad

إشارة الدوران :-
الدوران مع اتجاه عقارب الساعة  الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة 

الإزاحة الزاوية (زاوية الدوران)

التغير في الزاوية أثناء دوران الجسم ...

زمن الدورة الكاملة :

الأرض حول محورها	عقرب الثواني	عقرب الدقائق	عقرب الساعة
24h	60s	60min	12h

دوران الأرض يكون (+) عندما يُرى من القطب الشمالي . ويكون (-) عندما يُرى من القطب الجنوبي .

الإزاحة الزاوية لجزء من دورة :

$$\text{الإزاحة الزاوية لجزء من الدورة} = \frac{\text{زمن الجزء من الدورة}}{\text{زمن الدورة الكاملة}} \times \text{الإزاحة الزاوية للدورة الكاملة}$$

العلاقة بين الإزاحتين الزاوية والخطية :-

$$d = r\,\theta$$

d: الإزاحة الخطية (m).
r: نصف قطر الجسم الدوار (m).
θ: الإزاحة الزاوية (rad).

السرعة الزاوية المتجهة (w)

تعريفها : الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذي يتطلبه حدوث هذه الإزاحة .

إشارتها :

+ الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة .

− الدوران مع اتجاه عقارب الساعة .

[السرعة الزاوية المتجهة تساوي الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذي يتطلبه حدوث الدوران]

$$w = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

w : السرعة الزاوية المتجهة (rad/s) ، $\Delta\theta$: الإزاحة الزاوية (rad) . Δt : زمن حدوث الدوران (s).

عند حساب السرعة الزاوية المتجهة المتوسطة خلال فترة زمنية Δt فإننا قد حسبنا السرعة الزاوية المتجهة المتوسطة خلال تلك الفترة ...

[عند دوران الجسم بمعدل ثابت فإن سرعته الزاوية المتجهة تبقى ثابتة]

السرعة الزاوية المتجهة اللحظية :-

تساوي ميل منحنى العلاقة بين الموقع الزاوي والزمن .

علاقة السرعة الزاوية المتجهة بالسرعة الخطية المتجهة :-

$$v = r\,w$$

v : السرعة الخطية المتجهة (m/s) ، r : نصف قطر الجسم الدوار (m) ، w : السرعة الزاوية المتجهة (rad/s)

[جميع نقاط الأرض تدور بنفس الزاوية رغم أنها تقطع مسافات مختلفة في كل دورة] (علل)

لأن الأرض جسم صلب وكل أجزاء الجسم الصلب تدور بنفس المعدل .

[الشمس ليست جسماً صلباً لذا تدور أجزاؤها المختلفة بمعدلات مختلفة] .

التسارع الزاوي

تعريفة: التغير في السرعة الزاوية مقسوماً على الفترة الزمنية التي حدث خلالها التغير .

$$\alpha = \frac{\Delta w}{\Delta t}$$

α : التسارع الزاوي (rad/s^2) ، Δw : السرعة الزاوية المتجهة (rad/s) ، Δt : زمن حدوث الدوران (s)

إشارات التسارع الزاوي :

(+) : إذا كان التغير في السرعة الزاوية المتجهة موجباً $+ (\Delta w)$

(-) : إذا كان التغير في السرعة الزاوية المتجهة سالباً $- (\Delta w)$

[التسارع الزاوي يساوي صفر لجسم يدور بمعدل ثابت] (علل)

لأن سرعته الزاوية المتجهة ثابتة .

التسارع الزاوي اللحظي :-

يمكن إيجاده بإيجاد ميل العلاقة البيانية بين السرعة الزاوية المتجهة والزمن .

العلاقة بين التسارع الخطي والتسارع الزاوي :

$$a = r\alpha$$

a : التسارع الخطي (m/s^2) r : نصف قطر الجسم الدوار (m) α: التسارع الزاوي (rad/s^2)

التردد الزاوي :-

تعريفه : عدد الدورات الكاملة التي يدورها الجسم في الثانية الواحدة .

$$f = \frac{w}{2\pi}$$

f: التردد الزاوي [دورة/ث] (rev/s) w : السرعة الزاوية المتجهة (rad/s)

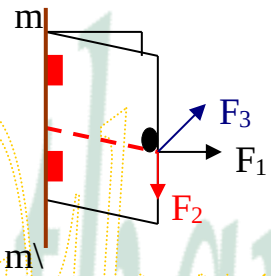
ملخص العلاقات بين الكميات الخطية والزاوية

الكمية	الخطية	الزاوية	العلاقة
الإزاحة	d (m)	θ (rad)	$d = r\,\theta$
السرعة المتجهة	v (m/s)	w (rad/s)	$v = r\,w$
التسارع	a (m/s^2)	α (rad/s^2)	$a = r\,\alpha$

ديناميكا الحركة الدورانية

عند فتح الباب يكون هناك 3 قوى تؤثر عليه .

[يزيد أثر قوتك كلما ابتعدت نقطة تأثيرها عن محور الدوران]



أكبر عزم للباب :
1- القوة تؤثر في أبعد نقطة عن المفصلات .
2- القوة متعامدة مع الباب
ينعدم العزم :
القوة تؤثر في المفصلات .
القوة موازية للباب .

[القوة الوحيدة التي ستعمل على تدوير الباب هي F_3]

(فهي عزم دوران حول المحور mm\ )

خط عمل F_3 لا يمر بمحور الدوران (mm\)

* بينما F1 لا تعمل على إحداث دوران في الباب لان خط عملها يمر بمركز الدوران mm\ .

* و F2 لا يمكنها إحداث دوران في الباب لان خط عملها موازي لمحور الدوران mm\ .

[إذا أثرت قوة عامودية على المفصلات فإن الباب لا يدور] .

تعريف العزم :-

مقياس فاعلية القوة في إحداث الدوران .

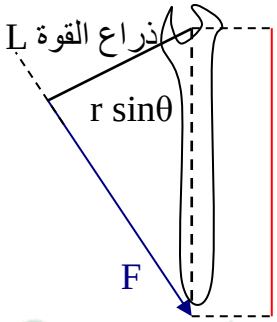
ذراع القوة :

المسافة العمودية من محور الدوران إلى نقطة تأثير القوة .

نصف قطر الدوران :

المسافة بين محور الدوران ونقطة تأثير القوة .

العلاقة بين ذراع القوة ونصف قطر االدوران :



$$L = r \sin\theta$$

L : ذراع القوة (m) r : نصف قطر الدوران (m)

θ : الزاوية المحصورة بين القوة ونصف قطر الدوران (°)

[ذراع القوة غير المتعامدة مع نصف قطر الدوران أصغر من نصف قطر الدوران]

العلاقة الرياضية للعزم :

$$\tau = F\ L$$

$$\tau = F\ r \sin\theta$$

τ : العزم (N.m) F : القوة (N) L : ذراع القوة (m) r : نصف قطر الدوران (m)

θ : الزاوية المحصورة بين القوة ونصف قطر الدوران (°) .

العوامل المؤثرة في عز الدوران :

- مقدار القوة . - اتجاه القوة . - ذراع القوة .

[بزيادة عزم الدوران تزداد السرعة الزاوية المتجهة]

العزوم

محصلة العزوم :-

مقدارها : مجموع عزوم القوى المؤثرة .

عند اتزان جسم تحت تأثير عزمين : *لايحدث دوران . *مجموع العزمين = صفر *العزم الأول=العزم الثاني ويعاكسه في الاتجاه .

τ_1 : العزم الأول (N.m) $\tau_1 + \tau_2 = 0$

τ_2 : العزم الثاني (N.m) $\tau_1 = \tau_2$

[العزم اللازم لمنع الجسم من الدوران = العزم الأصلي ويعاكسه في الاتجاه]

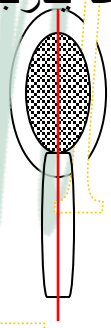
الاتزان

مركز الكتلة :-

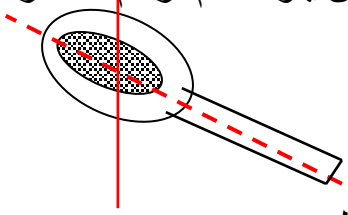
نقطة في الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التي تتحرك بها النقطة المادية .

تحديد موقع مركز الكتلة :-

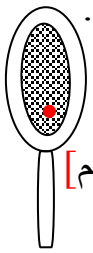
1) نعلق الجسم من أي نقطة وندعه يتأرجح إلى أن يتوقف ... ثم نرسم خطاً رأسياً من نقطة التعليق .



2) نعلق الجسم من نقطة أخرى وندعه يتأرجح إلى أن يتوقف ثم نرسم خطاً رأسياً من نقطة التعليق الجديدة .



3) نقطة تقاطع الخطين الرأسيين تمثل مركز الكتلة للجسم .



[مركزالكتلة لجسم صلب ثابت الكثافة يقع في منتصف الجسم]

[كل الأجسام التي تتحرك حركة دورانية تدور حول محور يمر بمركز كتلتها]

مركز الكتلة لجسم الإنسان :-

شخص يقف ويداه متدليتان جانبه : مركز الكتلة على بعد سنتمترات أسفل السرة في منتصف المسافة بين سطحي الجسم الأمامي و الخلفي .

مركز الكتلة للطفل أعلى من الشخص العادي بعدة سنتمترات (علل) لأن رأس الطفل يكون كبيراً نسبياً لجسمه.

[يبدو لاعب الجمباز وكأنه يحلق في الهواء] لتغيير مركز كتلته عندما يقفز ... فهويرفع ذراعيه ورجليه في الهواء مما يؤدي إلى رفع مركز كتلته بحيث يُصبح قريباً من رأسه ... ويكون مسار مركز الكتلة على شكل قطع مكافئ ... لذا يبقى رأس اللاعب على الارتفاع نفسه تقريباً لوقت طويل نسبياً ...

مركز الكتلة والاستقرار :-

نلاحظ / نقلب الصندوق المرتفع قليل العرض بسهولة بعكس الصندوق المنخفض العريض ... (علل)

لأن مركز الكتلة للأول مرتفع فنحتاج إلى ميل أقل لجعله يتحرك خارج القاعدة فينقلب بسهولة .

يكون الجسم مستقراً عندما يكون مركز الكتلة فوق قاعدة الجسم .

إذا كانت قاعدة الجسم المستقر ضيقة ومركز كتلته عالياً فإن أي قوة صغيرة تجعله ينقلب أو يدور .

يكون الجسم غير مستقراً عندما يكون مركز الكتلة خارج قاعدة الجسم ... لذلك يدور الجسم أو ينقلب دون عزم إضافي ...

الاتزان الميكانيكي :-

يعد الجسم في حالة اتزان ميكانيكي إذا كانت سرعة الجسم المتجهة وسرعته الزاوية المتجهة صفراً أو ثابتتين.

شروط الاتزان الميكانيكي /

1- يجب أن يكون في حالة اتزان انتقالي

سرعة الجسم المتجهة ثابتة أو تساوي صفراً .

محصلة القوى المؤثرة في الجسم = صفر $\sum F=0$

مجموع القوى نحو الأعلى = مجموع القوى نحو الأسفل .

2- يجب أن يكون في حالة اتزان دوراني

سرعة الجسم الزاوية المتجهة ثابتة أو تساوي صفراً.

محصلة العزوم المؤثرة في الجسم = صفر $\sum \tau = 0$

مجموع العزوم في اتجاه عقارب الساعة = مجموع العزوم في عكس اتجاه عقارب الساعة .

إشارة القوة :-

+ القوة للأعلى ↑

– القوة للأسفل ↓

إشارة العزم :-

+ الجسم يدور عكس اتجاه حركة عقارب الساعة .

– الجسم يدور مع اتجاه حركة عقارب الساعة .

الأطر المرجعية /

1) الأطر المرجعية القصورية (أطر غير متسارعة) تطبق عليها قوانين نيوتن .
2) الأطر المرجعية الدوارة (أطر متسارعة) لا تطبق عليها قوانين نيوتن .

دراسة الحركة في إطار مرجعي يتحرك حركة دورانية شيء مهم لأن الأرض تدور ... وتأثير دوران الأرض قليل جداً لايمكن ملاحظته في الصف أو المختبر ... ولكنه ذو أهمية وتأثير كبيرين في الغلاف الجوي ومن ثم في الطقس والمناخ .

القوة الطاردة المركزية :-

إذا ثبت أحد طرفي نابض في مركز منصة دوارة وثبت جسم في الطرف الآخر للنابض ...

ما يشاهده المراقب الواقف على المنصة

الجسم يندفع للخارج بعيداً عن مركز المنصة (القوة الطاردة المركزية) .

ما يشاهده المراقب الواقف على الأرض

الجسم يتحرك في مسار دائري ويتسارع نحو المركز بسبب قوة النابض (تسارع مركزي) .

القوة الطاردة المركزية

قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر وكأنها تدفع الجسم إلى الخارج .

التسارع المركزي

تسارع ناشئ عن الحركة الدائرية واتجاهه نحو المركز

التسارع المركزي (m/s^2) : a_c $\quad a_c = \frac{v^2}{r}$

السرعة الخطية (m/s) : v

نصف القطر (m) : r $\quad a_c = w^2 r$

السرعة الزاوية المتجهة (rad/s) : w

يعتمد التسارع المركزي على :

*المسافة من مركز الدوران .

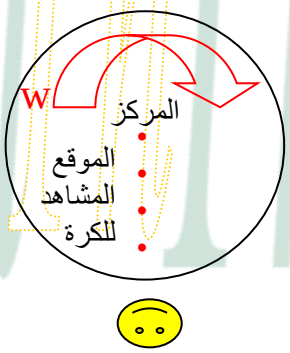
*مربع السرعة الزاوية المتجهة .

قوة كوريوليس :-

افترض أن شخصاً يقف في مركز قرص دوار ... ويقذف كرة إلى حافته الخارجية ...
الحركة الأفقية للكرة كما يراها مراقبان مع إهمال الحركة الرأسية للكرة أثناء سقوطها ...

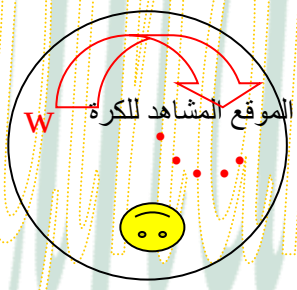
المراقب الواقف خارج القرص

سيرى الكرة تتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة المقدار إلى طرف القرص الخارجي.



المراقب الذي على القرص ويدور معه

سيرى الكرة تتحرك في مسار منحنى بسرعة ثابتة مقداراً .



حيث يبدو أن هناك قوة تحرف الكرة عن مسارها .

قوة كوريوليس :

المقصود بها : قوة ظاهرية غير حقيقية نشعر بها تظهر و كأنها تحرف الكرة عن مسارها .

سبب الإحساس بتأثيرها :

ملاحظة الانحراف في الحركة الأفقية عندما نكون إطار مرجعي دوار .

قوة كوريوليس الناشئة عن دوران الأرض :-

في نصف الكرة الشمالي : الجسم المتحرك شمالاً ينحرف نحو الشرق .

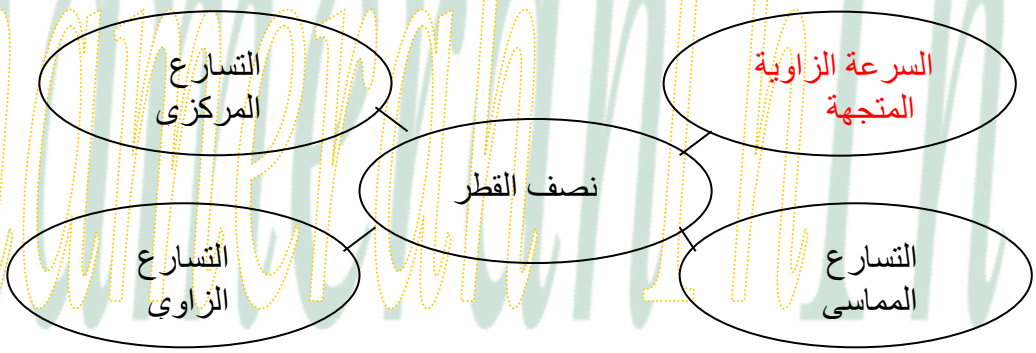
في نصف الكرة الجنوبي : الجسم المتحرك جنوباً ينحرف نحو الغرب .

[المراقب الذي في الفضاء سيلاحظ دوران الأرض]

المراقب على الأرض سيفسر انحراف الجسم المطلق إلى الشمال نحو اليمين (الشرق) بسبب قوة كوريوليس .

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية : التسارع الزاوي ، نصف القطر ، التسارع المماسي (الخطي) ، التسارع المركزي .



2) يدور إطار دراجة هوائية بمعدل ثابت 25 rev min. فهل تقل سرعتها الزاوية المتجهة أم تزداد أم تبقى ثابتة ؟

تبقى ثابتة .

3) يدور إطار لعبة بمعدل ثابت 5 rev/min. فهل تسارعها الزاوي موجب أم سالب أم صفر ؟

صفر .

4) هل تدور جميع أجزاء الأرض بالمعدل نفسه ؟ وضح ذلك .

نعم , لأن كل أجزاء الجسم الصلب تدور بالمعدل نفسه .

5) يدور إطار دراجة بمعدل ثابت 14 rev/min . فهل يكون اتجاه التسارع الكلي لنقطة على الإطار إلى الداخل , أم إلى الخارج ، أم مماسيًّا ، أم صفراً ؟

نحو الداخل (قوة مركزية) .

6) لماذا يُعد عزم الدوران أهم من القوة عند محاولة شدّ البرغي ؟

يجب أن ينتج تسارع زاوي لشد البرغي عزوم مختلفة يمكن أن تؤثر في مفتاح الشد باستخدام أطوال مختلفة .

7) لمعايرة العجلات توضع عجلة السيارة على محور دوران رأسي ، وتضاف إليها أثقال لجعلها في وضع أفقي . لماذا تكافئ عملية وضع الأثقال على العجلة عملية تحريك مركز كتلتها حتى يصبح في منتصفها ؟

عندما يتزن الدولاب بحيث لا يدور في أي اتجاه عندها لا يؤثر فيه عزم وهذا يعني أن مركز الكتلة في نقطة المركز .

8) يقود سائق سيارة بطريقة خطرة , حيث يقودها على إطارين جانبيين فقط . فأين يكون مركز كتلة السيارة ؟

يكون مباشرة فوق الخط بين النقطتين اللتين يلامس الدولابان عندهما الارض ليس هناك محصلة عزم على السيارة لذلك فهي متزنة ومستقرة مؤقتاً .

9) لماذا تتزن عندما تقف على أطراف أصابع قدميك حافياً ، ولا تستطيع الاتزان إذا وقفت مواجهاً للجدار وأصابع قدميك تلامسه ؟

يجب أن يكون مركز كتلتك فوق نقطة الدعم ولكن مركز كتلتك تقريباً في مركز جسمك لذلك وأنت على رؤوس أصابعك فإن نصف جسمك تقريباً يجب أن يكون أمام رؤوس أصابعك والنصف الآخر خلفها إذا كانت رؤوس أصابعك مقابل الحائط لا يكون أي جزء من جسمك أمام رؤوس أصابعك .

10) لماذا يظهر لاعب الجمباز وكأنه يطير في الهواء عندما يرفع ذراعيه فوق رأسه في أثناء القفز ؟

يحرك مركز كتلته قريباً من رأسه .

11) لماذا يكون احتمال انقلاب سيارة ذات إطارات أقطارها صغيره ؟

مركز الكتلة للسيارة ذات الدواليب الكبيرة يقع عند نقطة أعلى مما في السيارات ذات الدواليب الصغيرة لذا يمكن أن تتقلب دون أن تميل .

12) الدوران في حوض الغسالة ما مبدأ عمل الغسالة ؟ وكيف يؤثر دوران الحوض في الغسيل ؟ اشرح ذلك بدلالة القوى على الملابس والماء .

يخضع الماء والملابس في دائرة الدوران لتسارع مركزي تؤثر اسطوانة الدوران بقوى في الملابس ولكن عندما يصل الماء الثقوب في اسطوانة الدوران لا تؤثر فيه قوى مركزية للداخل وعندها يتحرك بخط مستقيم خارج اسطوانة الدوران .

13) المروحة تدورمروحة بمعدل 1880 rev/min أي (1880 دورة كل دقيقة) نحول $f = 1880/60 = 31.3 \text{rev/s}$

a- ما مقدار سرعتها الزاوية المتجهة بوحدة rad/s ؟

$$w = 2\pi f \quad , \quad w = 2\pi (31.3) = 196.56 = 197$$

b- مقدار الإزاحة الزاوية للمروحة خلال 2.50s؟

$$\Delta\theta = w \ \Delta t \quad , \quad \theta = (197)(2.50) = 492.5$$

14) تناقص دوران المروحة في السؤال السابق من 475 rev/min إلى 187 rev/min خلال 4.00 s ما مقدار تسارعها الزاوي ؟

$f = 475 - 187 = 288 \text{ rev/min} = 288/60 = 4.8 = 5 \text{ rev/s}$

$$w = 2\pi f = 2\pi (5) = 31.4 \text{ rad/s}$$

التسارع الزاوي :

$$\alpha = \frac{\Delta w}{\Delta t} \quad , \quad \alpha = \frac{31.4}{4} = -7.85 \text{ rad/s}^2$$

الإشارة(-) لأنه تناقص

15) الغسالة غسالة قطر حوضها 0.43 m , لها سرعتان : الأولى تدور بمعدل 328 rev/min, والأخرى بمعدل 542 rev/min.

a- ما مقدار نسبة التسارع المركزي لسرعة الدوران الأسرع و الأبطأ ؟ تذكر أن $a_c=v^2/r$, و $v= rw$

$v_1 = 24.4$, $v_2 = 14.76$, $a_{c1}/a_{c2} = 1384.5 / 506.6 = 2.73$

b- ما نسبة السرعة الخطية لجسم على سطح الحوض لكل من السرعتين ؟

$v_1 / v_2 = (24.4) / (14.76) = 1.65$

16) مفتاح الشد يتطلب شدّ برغي عزماً مقداره 8.0 N.m , فإذا كان لديك مفتاح شد طوله 0.35 m. مامقدار أقل قوة يجب التأثير بها في المفتاح ؟

$\tau = F L$

$$F = \frac{\tau}{L} = \frac{8}{0.35} = 22.8 = 23 \text{ N}$$

17) لوح كتلته 12.5kg وطوله 4.00m , رفعه أحمد من أحد طرفيه , ثم طلب المساعدة , فاستجاب له جواد ...

a- ما أقل قوة يؤثر بها جواد لرفع اللوح إلى الوضع الأفقي ؟ وعند أي جزء من اللوح ؟

في الطرف المقابل يستطيع رفع نصف الكتلة

$F = (½m) g = (½(12.5)) (9.8) = 61.2 \text{ N}$

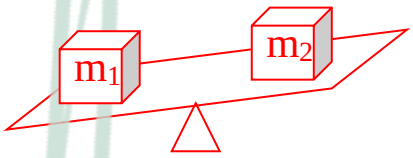
b- أكبر قوة يؤثر بها جواد لرفع اللوح إلى الوضع الأفقي ؟ وعند أي جزء من اللوح ؟

عند مركز الكتلة اللوح سوف يرفع كل الكتلة

$F = m g = (12.5) (9.8) = 122.5 \text{ N}$

الاختبار المقنن (الفصل 1)

1) يبين الشكل صندوقين عند نهايتي لوح خشبي طوله 3m , يرتكز عند منتصفه على دعامة تمثل محور دوران , فإذا كانت كتلة الصندوق الأيسر $m_1 = 25kg$ وكتلة الصندوق الأيمن $m_2 = 15kg$ ، فما بعد النقطة التى يجب وضع الدعامة عندها عن الطرف الأيسر لكي يتزن الوح الخشبي والصندوقان أفقياً ....



$F_1 = m_1 g = (25)(9.8) = 245N$

$F_2 = m_2 g = (15)(9.8) = 147\ N$

$F_1 r_1 = F_2 r_2$

$F_1 r_1 = F_2 (L - r_1)$

$F_2 r_2 = F_2 L - F_2 r_1$

$r_1 (F_1 + F_2) = F_2 L$, $r_1 = \frac{F_2 L}{F_1 + F_2} = \frac{(147)(3)}{392} = 1.12m$

a- 0.38 m b- 0.60m c- 1.1m ☆ d- 1.9 m

2) أثرت قوة مقدارها 60N في أحد طرفي رافعة طولها 1.0m... أما الطرف الآخر للرافعة فيتصل بقضيب دوار متعامد معها ... بحيث يمكن تدوير القضيب بدفع الطرف البعيد للرافعة إلى أسفل ... فإذا كان اتجاه القوة المؤثرة في الرافعة يميل 30ْ فما العزم المؤثر في الرافعة ؟ (sin30=0.5 , cos30=0.87 , tan30=0.58)

$\tau = F\ r \sin\theta$

$= (60)(1)(\sin 30)$

$= (60)(0.5) = 30\ N.m$

a- 30N.m ☆ b- 52N.m c- 60N.m d- 69N.m

3) يحول طفل استخدام مفتاح شد لفك برغي في دراجته الهوائية ... ويحتاج فك البرغي إلى عزم مقداره 10N.m وأقصى قوة يستطيع أن يؤثر بها الطفل عمودياً في المفتاح 50 N ... ما طول مفتاح الشد الذي يجب أن يستخدمه الطفل حتى يفك البرغي ؟

$\tau = F\ L$

$L = \frac{\tau}{F} = \frac{10}{50} = \frac{1}{5} = 0.2\ m$

a- 0.1 m b- 0.15 m c- 0.2 m ☆ d- 0.25 m

4) تتحرك سيارة قطر كل إطار من إطاراتها 42 cm فتقطع مسافة 420 m أي مما يأتي يبين عدد الدورات التى يدورها كل إطار عند قطع هذه المسافة ؟

عدد الدورات = $\frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{محيط الدائرة}}$

[نحول r إلى m , $r = \frac{0.45}{2} = 0.21m$]

$\frac{420}{2\pi r} = \frac{420}{0.42\pi} = \frac{1 \times 10^3}{\pi}$

a- $\frac{5.0 \times 10}{\pi}$ rev b- $\frac{1.0 \times 10^2}{\pi}$ rev c- $\frac{1.5 \times 10^2}{\pi}$ rev d- $\frac{1.0 \times 10^3}{\pi}$ rev ☆

5) إذا كان قطر إطاري جرار زراعي 1.5 m وقاد المزارع الجرار بسرعة خطية 3.0 m/s فما مقدار السرعة الزاوية لكل إطار ؟

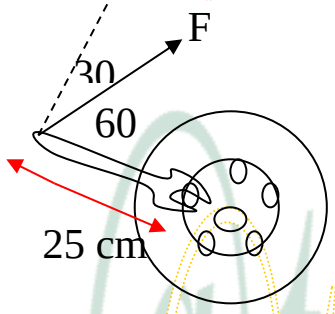
$2r = 1.5 , r = 0.75$

$v = r w , w = \frac{v}{r} = \frac{3}{(0.75)} = 4$ rad/s

a- 2.0 rad/s c- 4.0 rad/s ☆

b- 2.3 rad/s d- 4.5 rad/s

6) استخدم مفتاح شد طوله 25 cm لفك صمولة برغي في إطار سيارة ... انظر الشكل ادناه وسُحب الطرف الحر للمفتاح إلى أعلى بقوة مقدارها 2×10^2 N, وتميل بزاوية 30° كما هو مبين في الشكل ... ما مقدار العزم المؤثر في مفتاح الشد ؟ (sin30=0.5 , cos30=0.87)



$\tau = F r \sin\theta$

$= (2\times10^2) (0.25) \sin 60$

$= (2\times10^2) (0.25) (0.87)$

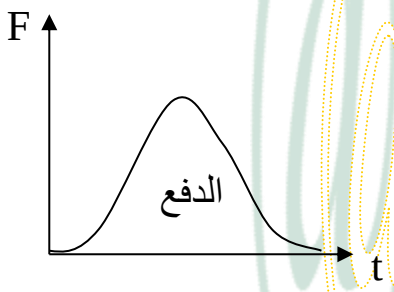
$= 43.5$ N.m

Sin 60 = cos 30

θ: بين القوة ونصف قطر الدوران

الدفع والزخم

في لعبة البيسبول ... يرمي لاعب المرمى الكرة في اتجاه اللاعب ذي المضرب الذي يضربها بدورة لترتد بسرعة كبيرة تحت تأثير دفع المضرب ...
يحدث تغير في السرعة المتجهة للكرة بسبب قوة الضرب المؤثرة في الكرة وتتغير القوة خلال الزمن كما في الشكل ...



تنضغط الكرة بعد التلامس مباشرة وتستمر القوة في التزايد حتى تصل إلى أقصى قيمة لها ... ثم تستعيد الكرة شكلها وتتحرك مبتعدة عن المضرب بسرعة ... ويقل مقدار القوة مباشرة ليصبح صفراً ...

كيف يحسب التغير في السرعة المتجهة ؟

$$F = m\,a = m\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)$$

$$F\,\Delta t = m\,\Delta v$$

Δv : التغير في السرعة المتجهة

الدفع :- (كمية متجهة)

هو حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة على جسم في زمن تأثيرها .

العوامل المؤثرة في الدفع :
- القوة المؤثرة .
- زمن تأثير القوة .

$F\Delta t$: الدفع (N.s)
F : متوسط القوة (N)
Δt: زمن تأثير القوة (s)

الدفع = $F\,\Delta t$

[يمكن أن يكتسب جسماً ما دفعاً كبيراً من قوة صغيرة] علل إذا أثرت القوة على الجسم لفترة زمنية طويلة .
دفع القوة المتغيرة يساوي - عددياً - المساحة تحت منحنى العلاقة بين القوة والزمن ...

- القوة المسببة للدفع كمية متجهة لذا فالدفع كمية متجهة .
- اتجاه الدفع يكون في نفس اتجاه القوة المسببة له .

الزخم (الزخم الخطي) :-

حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة .

$$P = m\,v$$

P : الزخم (kg.m/s) v : سرعة الجسم (m/s) m : كتلة الجسم (kg)

العوامل المؤثرة في الزخم :
- كتلة الجسم .
- سرعة الجسم .

* سرعة الجسم كمية متجهة مما يعني أن زخمه كمية متجهة .
* اتجاه زخم الجسم يكون في نفس اتجاه سرعته المتجهة .
* زخم الجسم الساكن يساوي صفراً .

نظرية الدفع – الزخم

$$F \Delta t = m \Delta v = m v_1 - m v_2$$

حيث أن : $p_i = m v_i$ و $p_f = m v_f$

$$F \Delta t = m \Delta v = p_f - p_i$$

التغير في زخم الجسم

نص نظرية الدفع – الزخم :-

الدفع على جسم يساوي زخمه النهائي مطروحاً منه زخمه الابتدائي .

$$F \Delta t = m v_f - m v_i$$

$F \Delta t$: الدفع(N.s) m : كتلة الجسم (kg) v_f : سرعة الجسم النهائية (m/s) v_i: سرعة الجسم الابتدائية(m/s)

$$F \Delta t = P_f - P_i$$

P_f : الزخم النهائي (kg.m/s) P_i : الزخم الابتدائي (kg.m/s)

[وحدة الدفع N.s تكافئ وحدة الزخم kg.m/s]

نظرية الدفع – الزخم والحفاظ على الحياة :- الوسائد الهوائية في السيارات ...

لا يتأثر الدفع المؤثر على السائق بوجود الوسادة الهوائية من عدمه لكنها تعمل على ..

- تقليل القوة بزيادة زمن تأثيرها .
- تزيد المساحة المؤثرة عليها القوة فتقلل من احتمالات الإصابة .

[تزود السيارات بماص صدمات يمكنه الانضغاط في أثناء الاصطدام] علل

لتقليل القوة المؤثرة بزيادة زمن تأثيرها

حفظ الزخم

تصادم جسمين : عند حدوث تصادم بين كرتين C و D

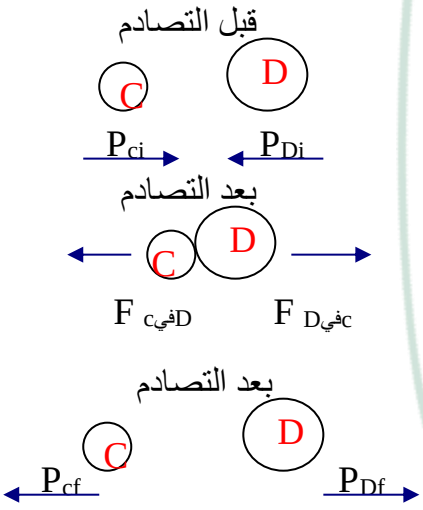
القوة المؤثرة من C على D تساوي وتعاكس القوة المؤثرة من D على C .

دفعا الجسمين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه .

مجموع زخمي الجسمين قبل التصادم = مجموع زخميهما بعد التصادم .

الزخم المكتسب من الجسم D = الزخم المفقود من الجسم C .

إذا التحما الجسمان المتصادمان فإن لهما السرعة المتجهة النهائية نفسها .



لجسمين يتصادمان ...

$$P_{ci} + P_{Di} = P_{cf} + P_{Df}$$

$$m_c v_{ci} + m_D v_{Di} = m_c v_{cf} + m_D v_{Df}$$

وإذا التحم الجسمان بعد التصادم ...

$$m_c v_{ci} + m_D v_{Di} = (m_c + m_D) v_f$$

c: الجسم الأول . D : الجسم الثاني . m : كتلة الجسم (kg) .

P_f:الزخم النهائي (kg.m/s). P_i : الزخم الابتدائي (kg.m/s). v_i: السرعة الابتدائية (m/s). v_f: السرعة النهائية (m/s).

النظام المغلق :
النظام الذي لا يكتسب كتلة ولا يفقدها .

النظام المعزول :
النظام الذي تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه = صفراً .

قانون حفظ الزخم :-
زخم أي نظام مغلق و معزول لا يتغير .

شرطا حفظ زخم النظام :
1- عدم فقدان النظام أو اكتسابه أي كتله (نظام مغلق).
2- أن تكون القوى المؤثر فيه قوى داخلية فقط (نظام معزول).

الارتداد :
للنظام المكون من القذيفة والمدفع ...

- عندما تطلق القذيفة للأمام يرتد المدفع للخلف .
- زخم النظام قبل إطلاق القذيفة = زخم النظام بعد إطلاق القذيفة = صفراً .
- عند إطلاق القذيفة من المدفع زخم القذيفة يساوي ويعاكس زخم المدفع .
- سرعة إطلاق القذيفة أكبر من سرعة ارتداد المدفع (علل) لأن كتلة القذيفة أقل .

$P_{cf} = - P_{Df}$

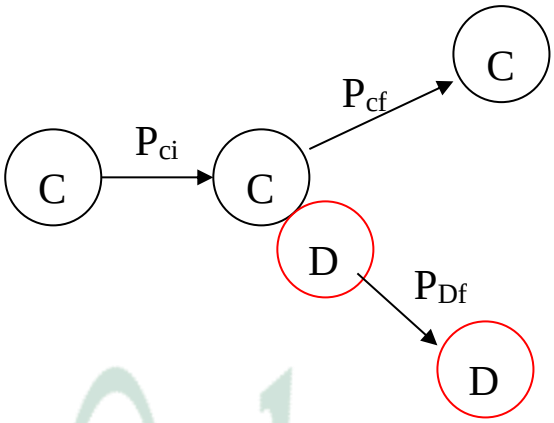
$m_c v_{cf} = - m_D v_{Df}$

c: الجسم الأول. D: الجسم الثاني . m: كتلة الجسم (kg).
P_f: الزخم النهائي (kg.m/s).
v_f: السرعة النهائية (m/s).

الدفع في الفضاء :

- يُشكل الصاروخ والمواد الكيميائية معاً نظاماً مغلقاً ومعزولاً .
- تندفع الغازات من فوهة العادم للخلف بسرعة كبيرة لذا يندفع الصاروخ للأمام .
- محرك الصواريخ الكيميائية يعمل لدقائق أما المحرك الأيوني فيعمل لفترات طويلة .
- دفع المحرك الأيوني أكبر بكثير من دفع محرك الصاروخ الكيميائي .

التصادم في بعدين



* زخم الجسم المتحرك بزاوية θ مع محور x يحلل إلى مركبتين أفقية و رأسية .
* زخم الجسم المتحرك أفقياً باتجاه محور x له مركبة أفقية فقط ومركبته الرأسية باتجاه محورy = صفر .
* زخم الجسم المتحرك رأسياً باتجاه محور y له مركبة رأسية فقط ومركبته الأفقية باتجاه محور x = صفر .

$$P_y = P\sin\theta \quad , \quad P_x = P\cos\theta$$

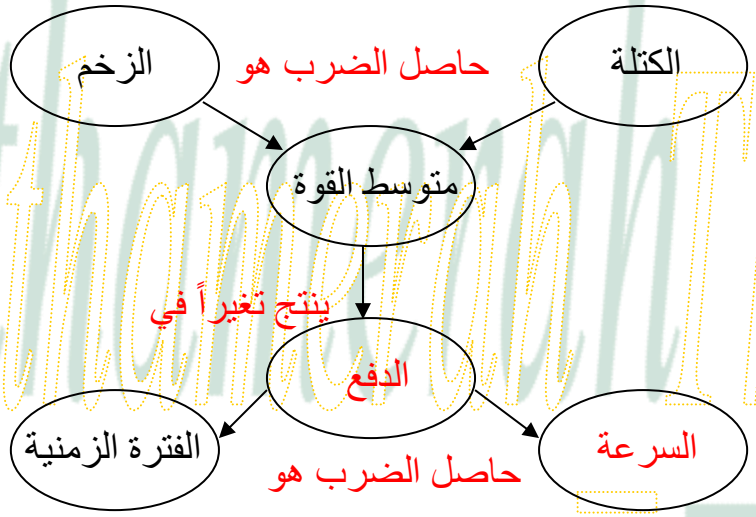
مجموع مركبات الزخم الأفقية قبل التصادم = مجموع مركباته الأفقية بعد التصادم .
مجموع مركبات الزخم الرأسية قبل التصادم = مجموع مركباته الرأسية بعد التصادم .

جسمان يتحركان باتجاهين متعامدين والتحما بعد تصادمهما نحسب الزخم الكلي بعد التصادم باستخدام نظرية فيثاغورس $P^2_f = P^2_{f,x} + P^2_{f,y}$.

إذا التحم جسمان بعد تصادمهما يتحركان بسرعة واحدة v_f .

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات الآتية : الكتلة ، الزخم ، متوسط القوة ، الفترة الزمنية التي أثرت خلالها القوة .



2) هل يمكن أن يتساوى زخم رصاصة مع زخم شاحنة ؟ فسر ذلك .

نعم ... لكي يكون للرصاصة نفس زخم شاحنة يجب أن تكون سرعتها أكبر بكثير من سرعة الشاحنة لأن كتلة الشاحنة أكبر بكثير من كتلة الرصاصة .

3) رمى لاعب كرة فتلقفها لاعب آخر . مفترضاً أن مقدار سرعة الكرة لم يتغير في أثناء تحليقها في الجو ، أجب عن الأسئلة الآتية :

a- أي اللاعبين أثر في الكرة بدفع أكبر ؟

يؤثر ضارب الكرة ومتلقيها بمقدار الدفع نفسه في الكرة ولكن في اتجاهين متعاكسين .

b- أي اللاعبين أثر في الكرة بقوة أكبر ؟

يؤثر متلقي الكرة بقوة أكبر في الكرة لأن الفترة الزمنية التي تؤثر فيها القوة أصغر.

4) لماذا تُزود السيارات بماص صدمات يمكنه الانضغاط في أثناء الاصطدام ؟

لزيادة زمن التصادم مما يقلل من القوة.

5) في الفضاء الخارجي ، تلجأ المركبة الفضائية إلى تشغيل صواريخها لتزيد من سرعتها المتجهة . كيف يمكن للغازات الحارة الخارجة من محرك الصاروخ أن تغير سرعة المركبة المتجهة حيث لا يوجد شيء في الفضاء يمكن للغازات أن تدفعه ؟

لأن الزخم محفوظ فإن التغير في زخم الغازات في اتجاه واحد يجب أن يوازن بتغير مساو له في زخم المركبة الفضائية في الاتجاه المعاكس .

6) تتحرك كرة على طاولة البلياردو ، فتصطدم بكرة ثانية ساكنة . فإذا كان للكرتين الكتلة نفسها ، وسكنت الكرة الأولى بعد تصادمهما معاً . فماذا يمكننا أن نستنتج حول سرعة الكرة الثانية ؟

يجب أن تتحرك الكرة الثانية بنفس سرعة الكرة الأولى قبل أن تصدمها .

7) تستطيع قوة خارجية فقط أن تغير زخم نظام ما . وضح كيف تؤدي القوة الداخلية لكوابح السيارة إلى إيقافها.

عندما يضغط السائق مكابح السيارة فإنها تتوقف بتوقف الدواليب والسماح لقوة الاحتكاك الخارجية للطريق بالتأثير في الاتجاه المعاكس لحركة السيارة لذا تتوقف السيارة ، ولكن إذا لم يكن هناك قوة احتكاك عندما يكون الطريق جليدياً مثلاً فعندها لا يكون هناك قوة خارجية لتوقف السيارة .

8) لماذا يُنصح بإسناد كعب البندقية على الكتف عند بداية تعلم الإطلاق ؟ فسر ذلك بدلالة الدفع والزخم .

عندما تحمل البندقية بشكل حر فإن زخم الارتداد للبندقية في الاتجاه المعاكس لحركة الرصاصة سوف يكسب البندقية سرعة أكبر مما يؤدي إلى اصطدامها بالكتف . يجب أن يعمل زخم الارتداد على كتلتك وكتلة البندقية مسببان سرعة أقل في الاتجاه المعاكس لحركة الرصاصة .

9) تتسارع شاحنة نقل كتلتها 5500kg من 4.2m/s إلى 7.8m/s ، خلال 15s وذلك عن طريق تطبيق قوة ثابتة عليها .

a- ما التغير الحاصل في الزخم ؟

$$\Delta P = m\,\Delta v = m\,(v_f - v_i) = 5500\,(7.8 - 4.2) = 20460 = 2\times10^4\ \text{kg.m/s}$$

b- ما مقدار القوة المؤثرة في الشاحنة ؟

$$F\,\Delta t = \Delta P \Rightarrow F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{2\times10^4}{15} = \frac{20\times10^3}{15} = 1.3\times10^3\ \text{N}$$

10) تحركت كرة بلاستيكية كتلتها 0.200kg بسرعة 0.30m/s فاصطدمت بكرة بلاستيكية أخرى كتلتها 0.100kg تتحرك في الاتجاه نفسه بسرعة 0.10m/s. بعد التصادم استمرت الكرتان في الحركة في اتجاههما نفسه قبل التصادم . فإذا كانت السرعة الجديدة للكرة ذات الكتلة 0.100kg هي 0.26m/s، فكم تكون السرعة الجديدة للكرة الأخرى ؟

$$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = m_1v_{1f} + m_2v_{2f}$$
$$(0.200)(0.30) + (0.100)(0.10) = (0.200)v_{1f} + (0.100)(0.26)$$
$$(0.06) + (0.01) = 0.200v_{1f} + (0.026)$$
$$0.06 + 0.01 - 0.026 = 0.200v_{1f}$$
$$v_{1f} = \frac{0.044}{0.200} = 0.22\text{m/s}$$

في الاتجاه الأصلي نفسه ...

الاختبار المقنن (الفصل 2)

1) ينزلق متزلج كتلته 40 kg على الجليد بسرعة مقدارها 2m/s , في اتجاه زلاجة ثابتة كتلتها 10 kg على الجليد ... وعندما وصل المتزلج إليها اصطدم بها .. ثم واصل المتزلج انزلاقه مع الزلاجة في الاتجاه الأصلي نفسه لحركته .. ما مقدار سرعة المتزلج والزلاجة بعد تصادمهما ؟

$m_{\text{المتزلج}} v_i = (m_{\text{المتزلج}} + m_{\text{الزلاجه}}) v_f$

$(40)(2) = (40+10)v_f \Rightarrow v_f = \frac{80}{50} = \frac{8}{5} = 1.6 \text{m/s}$

a- 0.4 m/s b- 0.8 m/s c- 1.6 m/s ☆ d- 3.2 m/s

2) يقف متزلج كتلته 45kg على الجليد في حالة سكون عندما رمى إليه صديقه كرة كتلتها 5kg فانزلق المتزلج والكرة إلى الوراء بسرعة مقدارها 0.5 m/s فما مقدار سرعة الكرة قبل أن يمسكها المتزلج مباشرة؟

$m_{\text{الكرة}} v_{i\ \text{الكرة}} = (m_{\text{الكرة}} + m_{\text{المتزلج}}) v_f$

$5\ v_{i\ \text{الكرة}} = (45 + 5)(0.5)$

$v_{i\ \text{الكرة}} = \frac{(50)(0.5)}{5} = \frac{25}{5} = 5 \text{ m/s}$

a- 2.5 m/s b- 3.0 m/s c- 4.0 m/s d- 5.0 m/s ☆

3) فرق الزخم بين شخصين كتلته 50 kg يركض بسرعة مقدارها 3 m/s وشاحنه كتلتها 3×10^3 kg تتحرك بسرعة مقدارها 1.0. m/s؟

$P = mv$, $P = mv_{\text{الشاحنة}} - mv_{\text{الشخص}}$

$= (3\times10^3)(1) - (50)(3)$

$= (3 \times 10^3) - 150$

$= 2850 \text{ kg.m/s}$

a- 1275 kg.m/s b- 2550 kg.m/s c- 2850 kg.m/s ☆ d- 2950 kg.m/s

4) أثرت قوة مقدارها 16N في حجر بدفع مقداره 0.8 kg.m/s مسببة تحليق الحجر عن الأرض بسرعة مقدارها 4 m/s .. ما كتلة الحجر؟

$F \Delta t = m \Delta v$

$m = \frac{F \Delta t}{\Delta v} = \frac{0.8}{4} = 0.2 \text{ kg}$

a- 0.2 kg ☆ b- 0.8 kg c- 1.6 kg d- 4.0 kg

5) تسقط صخرة كتلتها 12 kg على الأرض ... ماالدفع على الصخرة إذا كانت سرعتها المتجهة لحظة الاصطدام بالأرض 20 m/s؟

$F \Delta t = m \Delta v$

$= (12)(20 - 0)$

$= 240 \text{ N.s}$

240 – دفع الصخرة على الأرض 240 دفع الأرض على الصخرة

الـشـغـل والـطـاقـة

التغير في الزخم نتيجة تأثير الدفع $F\,\Delta t$

اذا افترضنا أن جسماً يتحرك مسافة معينة وهو واقع تحت تأثير قوة ما فيه ... لابد أن الجسم سيتسارع بحسب العلاقة $a = \frac{F}{m}$ وستزداد سرعته المتجهة [لأنه واقع تحت تأثير قوة محصلة]

من معادلات الحركة (المعادلة التى تتضمن التسارع , السرعة المتجهة و المسافة) .

$$v_f^2 - v_i^2 = 2ad$$

نعوض عن a بـ $\frac{F}{m}$ ونضرب طرفي المعادلة في الحد $\frac{m}{2}$

$$Fd = \tfrac{1}{2} m v_f^2 - \tfrac{1}{2} v_i^2$$

يتضمن هذا الطرف كتلة الجسم وسرعته بعد تأثير القوة و قبله ...

الكمية $\tfrac{1}{2} mv^2$ تصف خاصية مميزة للنظام [إن المركبة الثقيلة التي تتحرك بسرعة كبيرة تستطيع تدمير الأجسام .. كما أن كرة البيسبول ترتفع إلى مسافات عالية عند قذفها بسرعة كبيرة في الهواء]

امتلاك الأجسام لهذه الخاصية يمكنها من إحداث تغير في ذاتها أو فيما يحيط بها ..

تسمى هذه الخاصية [الطاقة] .

الطاقة المرتبطة بالحركة تسمى طاقة حركية

الطاقة الحركية :

$$KE = \tfrac{1}{2} mv^2$$

الطاقة الحركية لجسم ما تساوي حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع سرعته .

$$W = \tfrac{1}{2} mv_f^2 - \tfrac{1}{2} mv_i^2$$

نظرية الشغل – الطاقة

نصها :- إذا بُذل شغل على جسم ما فإن طاقته الحركية تتغير .

يصف التغير الذي طرأ على النظام نتيجة تأثير الوسط الخارجي (المحيط) ..

فقد أثرت قوة F في جسم ما يتحرك مسافة d ..

إذا كانت F ثابتة تؤثر في الاتجاه نفسه لحركة الجسم فإن الشغل W يكون حاصل ضرب القوة في إزاحة الجسم

الشغل / $W = Fd$

الشغل يساوي حاصل ضرب القوة الثابتة المؤثرة في جسم في اتجاه حركته في إزاحة الجسم تحت تأثير هذه القوة

[النظام : الجسم موضع الدراسة . المحيط الخارجي : كل شيء حول الجسم ماعدا الجسم]

- إذا بذل المحيط الخارجي شغلاً على النظام فإن الشغل موجب وتزيد طاقة النظام
- إذا بذل النظام شغلاً على المحيط الخارجي فإن الشغل سالب وتنقص طاقة النظام

حساب الشغل :

تستخدم المعادلة $W = Fd$ عندما تؤثر قوى ثابتة في اتجاه حركة الجسم فقط .

ماذا يحدث عندما تؤثر القوة في اتجاه متعامد مع اتجاه الحركة ؟ [ندرس حركة الكواكب حول الشمس]

القوة العمودية على اتجاه حركة جسم مالاتغير مقدار سرعته ... وإنما تغير اتجاه حركته .. لذا فإن مقدار سرعة الكوكب لا يتغير ... أي أن طاقته الحركية ثابتة أيضاً ...

بإستخدام $W = \Delta KE$ ... نلاحظ عندما تكون الطاقة الحركية ثابتة فإن $\Delta KE = 0$ ، لذا فإن $W = 0$

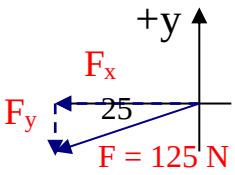
[إذا كانت القوة F و الإزاحة d متعامدتين فإن $W = 0$]

ما الشغل الذي تبذله القوة التي تؤثر بزاوية مع اتجاه الحركة ؟

الشغل الذي يبذله شخص يدفع المركبة ...

القوة F التى تؤثر في اتجاه ذراع الشخص لها مركبتين مركبة أفقية F_x ومركبة رأسية F_y

مقدار القوة F يساوي 125N والزاوية تميل عن الأفقي 25° يمكن حساب المركبتين



$F_x = - F \cos 25$ الإشارة السالبة تعني أن المركبة الأفقية للقوة في اتجاه اليسار .

$F_y = - F \sin 25$ الإشارة السالبة تعني القوة إلى الأسفل .

[حيث إن الإزاحة في اتجاه المحور x لذا فإن المركبة الأفقية للقوة هي التي تبذل شغلاً فقط أما المركبة الرأسية فلا تبذل شغلاً]

$$F_x = F \cos \theta$$

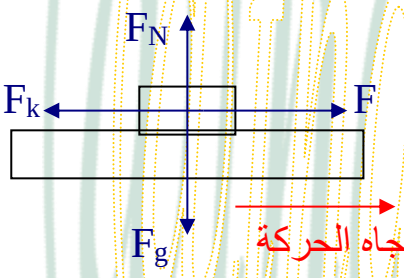
الشغل في حالة وجود زاوية بين القوة والإزاحة :-

$$W = Fd \cos\theta$$

W: الشغل (J) F: متوسط القوة (N) d: الإزاحة (m) θ: الزاوية بين القوة و الإزاحة (°).

الشغل يساوي حاصل ضرب القوة و الإزاحة في جيب تمام الزاوية المحصورة بين القوة واتجاه الإزاحة .

القوى المؤثرة على جسم :-



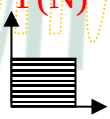
القوة المحركة F اتجاهها باتجاه الحركة .

قوة الوزن F_g اتجاهها عمودية للأسفل .

القوة العمودية F_N اتجاهها عمودية على الجسم للأعلى .

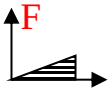
قوة الاحتكاك F_k اتجاهها معاكسة لاتجاه الحركة .

شغل القوة المتغيرة :-



مقداره: المساحة تحت المنحنى البياني (القوة – الإزاحة)

مثاله :



شغل النابض = مساحة المثلث = ½ القاعدة × الارتفاع

الشغل الذي تبذله عدة قوى :-

نحسب الشغل الذي تبذله كل قوة ثم نجمع النتائج .

الـقـدرة

الشغل الذي يبذله شخص لرفع صندوق من الكتب إلى رف لا يتغير سواءً رفع الصندوق كاملاً إلى الرف خلال 2s أو رفع كل كتاب من الصندوق على حدة بحيث استغرق ذلك 20 min
الشغل متساوي في الحالتين ... لكن معدل بذل الشغل مختلفاً في كل حالة .

الـقدرة هي :-
المعدل الزمني لبذل الشغل .

$$P = \frac{W}{t} \quad => \quad P = F\,v$$

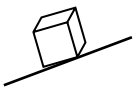
P: القدرة (w). W: الشغل (J). t: الزمن (s). F: القوة (N). v : السرعة (m/s).

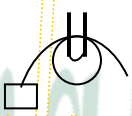
القدرة تساوي الشغل المبذول مقسوماً على الزمن اللازم لإنجاز الشغل .

تقاس القدرة بـ الواط (w) = $kg.m^2/s^3$, $kw = 1000w$

الواط : انتقال طاقة مقدارها 1J خلال فترة زمنية مقدارها 1s.

الآلات

أنواعها : (1) آلات بسيطة : مثل
الدولاب والحور ... الرافعة .. المستوى المائل ... 

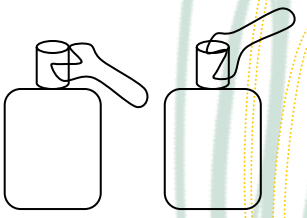
الوتد .... البكرة ... 

(2) آلات مركبة : مثل
الدراجة الهوائية , السيارة ...

فائدتها :-
- تسهيل أداء المهام ... - تخفيف الحمل ...

عملها :-
تغيير مقدار القوة أو اتجاهها ...

فتاحة الزجاجات : عند استخدامها نرفع طرفها البعيد ... لذا كون قد بذلنا شغلاً على الفتاحة .. التي بدورها تبذل شغلاً على الغطاء عندما نرفعها ...



=> الشغل هو عملية انتقال الطاقة بالطرائق الميكانيكية .

فقد خزنا شغل في الأداة => نقلت الطاقة إلى الأداة (بذلت فتاحة الزجاجات شغلاً على الغطاء) => نقلت الطاقة إليه ...

=> الشغل الناتج لا يمكن أن يكون أكبر من الشغل المبذول .

الفائدة الميكانيكية :-

القوة التي أثرت في الآلة بواسطة شخص قوة مسلطة F_e ، والقوة التي أثرت بها الآلة مقاومة F_r .

[نسبة المقاومة إلى القوة تسمى الفائدة الميكانيكية MA للآلة]

$$MA = \frac{F_r}{F_e}$$

الفائدة الميكانيكية المثالية :-

إزاحة القوة مقسومة على إزاحة المقاومة .

$$I\,MA = \frac{d_e}{d_r}$$

d_e: إزاحة القوة . d_r: إزاحة المقاومة

الشغل المبذول : الشغل الذي يُبذل على الآلة .

الشغل الناتج : الشغل الذي تبذله الآلة .

كفاءة الآلة :- نسبة الشغل الناتج إلى الشغل المبذول .

$$e = \frac{w_o}{w_i} \times 100$$

e: كفاءة الآلة . w_o: الشغل الناتج (J) .
w_i: الشغل المبذول (J) .

$$e = \frac{F_r\ d_r}{F_e\ d_e} \times 100$$

F_r: المقاومة (N). F_e: القوة (N).
d_r: إزاحة المقاومة (m). d_e: إزاحة القوة (N) .

وحيث : $I\,MA = d_e/d_r$, $MA = F_r/F_e$

$$e = \frac{MA}{IMA} \times 100$$

كفاءة الآلة :-

نسبة الفائدة الميكانيكية إلى الفائدة الميكانيكية المثالية .

ملاحظات / * في الآلة الحقيقية الشغل الناتج أقل من الشغل المبذول .
* في الآلة المثالية الشغل الناتج = الشغل المبذول .
* كفاءة الآلة الحقيقية أقل من 100% أما كفاءة الآلة المثالية = 100% .
* لآلة الدولاب و المحور نستبدل d بنصف القطر .

الآلات المركبة

هي الآلة التي تتكون من آلتين بسيطتين أو أكثر ترتبطان معاً .

الفائدة الميكانيكية للآلة المركبة :

$$MA = MA_1 + MA_2$$

MA:الفائدة الميكانيكية للآلة المركبة . MA_1:الفائدة الميكانيكية للآلة البسيطة 1 MA_2: الفائدة الميكانيكية للآلة البسيطة 2

الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة المركبة :

$$I\,MA = I\,MA_1 + I\,MA_2$$

I MA : الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة المركبة

$I\,MA_1$: الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة البسيطة 1. $I\,MA_2$:الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة البسيطة 2.

دراجة هوائية متعددة نواقل الحركة /

يستطيع السائق تغيير الفائدة الميكانيكية للدراجة وذلك باختيار الحجم المناسب لأحد ناقلي الحركة أو كليهما .

[فعند صعود تلة (أو في حالة التسارع) فإن السائق يزيد الفائدة الميكانيكية المثالية] علل لزيادة القوة التي يؤثر بها الإطار في الطريق .

- لزيادة I MA نجعل نصف قطر ناقل الحركة الخلفي كبيراً ونصف قطر ناقل الحركة الأمامي صغيراً .

آلة المشي البشرية /

أجزاء أنظمة الرافعات في الجسم [قضيب صلب(العظام) / مصدر قوة (العضلات) / نقطة ارتكاز(المفاصل المتحركة بين العظام) / مقاومة (وزن الجسم الذي يتم رفعه أو تحريكه)]

[في سباقات المشي يؤرجح المتسابق وركه نحو الأعلى علل لزيادة سرعته عن طريق زيادة طول الرافعة المكونة من عظام الساق]

[الفائدة الميكانيكية لأنظمة الروافع عند طوال القامة أقل منها عند قصار القامة]

[طوال القامة يستطيعون المشي في السباقات أسرع من قصار القامة]

حل بعض أسئلة التقويم

1) كون خريطة مفاهيم مستخدماً المصطلحات الآتية :
القوة ، الإزاحة ، اتجاه الحركة ، الشغل ، التغير في الطاقة الحركية .

الإزاحة _ اتجاه الحركة
القوة _ التغير في الطاقة
الشغل

2) افترض أن قمراً صناعياً يدور حول الأرض في مدار دائري ، فهل تبذل قوة الجاذبية الأرضية أي شغل على القمر ؟
لا ، إن قوة الجاذبية تتجه نحو مركز الأرض ومتعامدة مع اتجاه إزاحة القمر الصناعي .

3) ينزلق جسم بسرعة ثابتة على سطح عديم الاحتكاك . ما القوى المؤثرة في الجسم ؟ وما مقدار الشغل الذي تبذله كل قوة ؟
قوة الجاذبية وقوة رد الفعل الرأسية إلى أعلى تؤثران في الجسم .
لا يبذل شغل لأن الإزاحة متعامدة مع هذه القوى .

4) فسر كيف يمكن اعتبار الدواسات التي في الدراجة الهوائية آلة بسيطة ؟
تنقل الدواسة القوة من السائق إلى الدراجة خلال الدولاب والمحور .

5) يحمل عامل صناديق كرتونية إلى أعلى السلم ثم يحمل صناديق مماثلة لها في الوزن إلى أسفله . غير أن معلم الفيزياء يرى أن هذا العامل لم ((يشتغل)) مطلقاً ، لذا فإنه لا يستحق أجراً . فكيف يمكن أن يكون المعلم على صواب ؟ وكيف يمكن ايجاد طريقة ليحصل بها العامل على أجره ؟
الشغل المحصل يساوي صفر لأن حمل صناديق الكراتين إلى الطابق الأعلى يتطلب بذل شغل موجب وحملها ثانية إلى أسفل يتطلب بذل شغل سالب ، والشغل المبذول في الحالتين متساوي في المقدار ومتعاكس في الإشارة لأن المسافتين في الحالتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه .

6) وضح أن القدرة المنقولة يمكن كتابتها على النحو التالي : $P = F\ v \cos\theta$.

$$P = W/t \ , \ W = Fd\cos\theta$$
$$P = Fd\cos\theta/t \quad , v = d/t$$
$$P = F\ v\cos\theta$$

7) كيف تستطيع زيادة الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة ؟
بزيادة النسبة d_e/d_r

8) الإسفين كيف تستطيع زيادة الفائدة الميكانيكية للإسفين دون تغيير فائدته الميكانيكية المثالية ؟
قلل الاحتكاك ما أمكن لتقليل قوة المقاومة .

9) المدارات فسر لماذا لا يتعارض دوران كوكب حول الشمس مع نظرية الشغل و الطاقة ؟
افترض مداراً دائرياً ، القوة العائدة للجاذبية الأرضية متعامدة مع اتجاه الحركة وهذا يعني أن الشغل المبذول يساوي صفراً ، ولأنه لا يوجد تغير في الطاقة الحركية للكوكب لذلك فإن سرعته لا تتزايد ولا تتناقص .

10) يبذل ماهر شغلاً مقداره 176J لرفع نفسه مسافة 0.300 m . ما كتلة ماهر ؟

$$W = Fd = mg\,d$$
$$176 = m\,(9.8)\,(0.300)$$
$$m = 59.9\ kg$$

11) كرة قدم . بعد أن سجل لاعب كتلته 84.0kg هدفاً ، قفز مسافة 1.20m فوق سطح الأرض فرحاً . ما الشغل الذي بذله اللاعب ؟

$$W = F\,d = mg\,d$$
$$= (84)\,(9.8)\,(1.20)$$
$$= 987.84 = 988\ J$$

12) تستخدم قوة مقدارها 300.0N لدفع جسم كتلته 145 kgأفقياً مسافة 30.0 m خلال 3.00s.

a- احسب مقدار الشغل المبذول على الجسم ؟

$$W = F\,d = (300)\,(30) = 9000\ J = 9kJ$$

b- احسب مقدار القدرة المتولدة ؟

$$P = W/t = 9000/3 = 3000\ w = 3\ kw$$

13) رفع شخص صندوقاً وزنه 1200Nمسافة 5.00m باستخدام مجموعة بكرات ، بحيث سحب 20.0m من الحبل ، فما مقدار ؟

a- القوة (المسلطة) التي سيطبقها شخص إذا كانت هذه الآلة مثالية ؟

$$IMA = \frac{d_e}{d_r} = \frac{20}{5} = 4$$
$$F_e = \frac{F_r}{IMA} = \frac{1200}{4} = 300\ N$$

b- القوة المستخدمة لموازنة قوة الاحتكاك إذا كانت القوة الفعلية (المسلطة) 340N؟

40N

c- الشغل الناتج ؟

$$W = F\,d = (300)\,(20) = 6000\ J$$

d- الشغل المبذول ؟

$$W = F\,d = (340)\,(20) = 6800\ J$$

e- الفائدة الميكانيكية ؟

$$e = \frac{W_o}{W_i} \times 100 = \frac{6000}{6800} \times 100 = 88.23$$
$$MA = \frac{e\ IMA}{100} = \frac{(88.23)\,(4)}{100} = 3.5$$

الاختبار المقنن (الفصل 3)

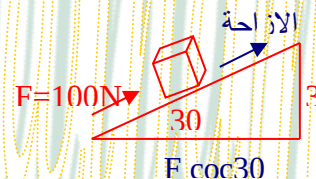
1) يتكون نظام بكرات من بكرتين ثابتتين و بكرتين قابلتين للحركة و يرفع حملاً وزنه 300N ... فإذا استخدمت قوة مقدارها 100N لرفع الوزن ، فما الفائدة الميكانيكية للنظام ؟

$$MA = \frac{F_r}{F_e} = \frac{300}{100} = 3$$

3 -c ☆ 1/3 -a

6 -d 3/4 -b

2) يُدفع الصندوق في الشكل إلى أعلى مستوى مائل ارتفاعه 3m ... بقوة مقدارها 100N فما مقدار الشغل المبذول على الصندوق ؟



$$\sin 30 = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{3}{d}$$

$$d \sin 30 = 3$$

$$d = \frac{3}{\sin 30} = \frac{3}{0.5} = \frac{(3)(2)}{1} = 6 \text{ m}$$

$$W = F \cdot d = (100)(6) = 600 \text{ J}$$

450J -c 150 J -a

600 J -d ☆ 260 J -b

3) تتكون آلة مركبة من مستوى مائل وبكرة ... وتستخدم لرفع الصناديق الثقيلة ، فإذا كانت كفاءة سحب صندوق كتلته 100kg إلى أعلى المستوى المائل 50% ، وكانت كفاءة البكرة 90%، فما الكفاءة الكلية للآلة المركبة ؟

50% -c 40% -a

70% -d 45% -b ☆

4) ينزلق متزلج كتلته 50kg على سطح بحيرة جليدية مهملة الاحتكاك ، وحينما اقترب من زميله ، مدّ كلاهما يديه في اتجاه الآخر ، حيث أثر فيه زميله بقوة في اتجاه معاكس لحركته ، فتباطأت سرعته من 2m/s إلى 1 m/s ما التغير في الطاقة الحركية للمتزلج ؟

$$\tfrac{1}{2} m v_1^2 - \tfrac{1}{2} m v_2^2$$

$$= \tfrac{1}{2}(50)(2)^2 - \tfrac{1}{2}(50)(1)^2$$

$$= 25(4) - 25 = 100 - 25 = 75 \text{ J}$$

- 100 J -c + 25 J -a

150 J -d - 75 J -b ☆

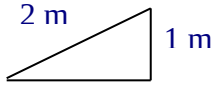
5) يتدلى قالب خشبي وزنه 20N من نهاية حبل يلتف حول نظام بكرة ، فإذا سحبت النهاية الأخرى للحبل مسافة 2m إلى الأسفل فإن نظام البكرة يرفع القالب مسافة 0.40 m ... ما الفائدة الميكانيكية المثالية للنظام ؟

$$I\,MA = \frac{d_e}{d_r} = \frac{2}{0.40} = \frac{(2)\,100}{40} = 5$$

5.0 -c ☆ 2.5 -a

10.0 -d 4.0 -b

6) يحمل شخصان صندوقين متماثلين وزن كل منهما 40N إلى أعلى مستوى مائل طوله 2m وتستند نهايته إلى منصة ارتفاعها 1m فإذا تحرك أحدهما إلى أعلى المستوى المائل خلال 2s وتحرك الآخر خلال 4s فما الفرق بين القدرتين اللتين يستخدمهما الشخصان في حمل الصندوقين إلى أعلى المستوى المائل ؟



$$W = F\,d$$

$$W_1 = (40)(1) = 40$$

$$P_1 = (40)/(2) = 20 \quad , \quad P_2 = (40)/(4) = 10$$

$$P_1 - P_2 = 20 - 10 = 10 \text{ w}$$

20 w -c 5 w -a

40 w -d 10 w -b ☆

7) أثرت قدم لاعب في كرة وزنها 4N تستقر على الأرض ملعب بقوة 5N مسافة 0.1 m بحيث تدحرجت الكرة 10m ، ما مقدار الطاقة الحركية التي اكتسبتها الكرة من اللاعب ؟

التغير في الطاقة الحركية للكرة = الشغل الذي بذله اللاعب

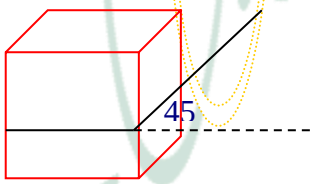
$W = F\ d$

$= (5)\ (0.1) = 0.5\ J$

a- 0.5 J ☆ c- 9 J

b- 0.9 J d- 50 J

8) يبين الرسم التوضيحي أدناه صندوقاً يُسحب بوساطة حبل بقوة مقدارها 200N على السطح أفقي ، بحيث يصنع الحبل زاوية 45° على الأفقي ... احسب الشغل المبذول على الصندوق و القدرة اللازمة لسحبه مسافة 5m في زمن قدره 10s (sin45 = cos 45 = 0.71)



$W = F\ d \cos\theta$

$= (200)\ (5)\ (0.71)$

$= (200)\ (5)\ (71/100)$

$= (10)\ (71) = 710\ J$

القدرة $P = \frac{W}{t}$

$= \frac{710}{10} = 71\ w$

الطاقة وحفظها

الإشكال المتعددة للطاقة :

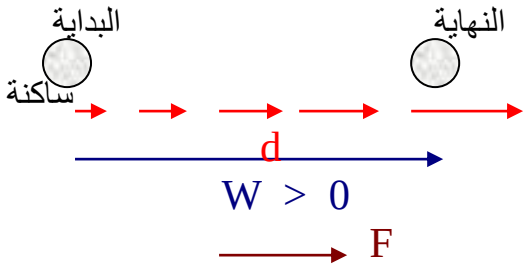
تستخدم كلمة طاقة في سياقات مختلفة في حديثنا اليوم .
مثلاً بعض الأغذية تعتبر مصادر للطاقة ... وتسمى الشركات التي تزود المنزل بالكهرباء والغاز بشركات طاقة ... غير أن العلماء والمهندسين يستخدمون كلمة الطاقة بصورة أكثر تحديداً ...
نعلم أن الشغل يسبب تغيراً في طاقة النظام .. أي أن الشغل ينقل الطاقة بين النظام والمحيط الخارجي .

نموذج لنظرية الشغل – الطاقة :

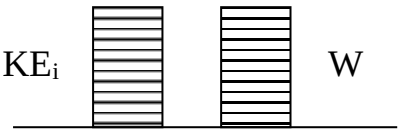
* تزيد طاقة النظام بمقدار الشغل المبذول على النظام .
* تنقص طاقة النظام بمقدار الشغل الذي يبذله النظام .
* الطاقة الحركية النهائية = الطاقة الحركية الابتدائية + الشغل المبذول على الجسم .

يمكن أن نبين كسب الطاقة أو فقدها بقذف الكرة و التقاطها :

قذف الكرة



$KE_{بعد} = KE_{قبل} + W$

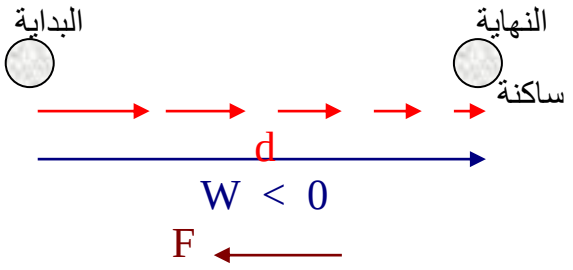


إذا أثرت قوة ثابتة F في جسم فتحرك هذا الجسم مسافة d في اتجاه القوة => بذل شغل $W = F\,d$ (+)لأن القوة والحركة نفس الاتجاه
وطاقةالجسم زادت بمقداريساوي الشغل نفسهW
[نفرض أن هذا الجسم هو الكرة..أثرنا فيها بقوة وتحركت أفقياً..اكتسبت الكرة طاقةحركية نتيجة لتأثيرالقوة .]

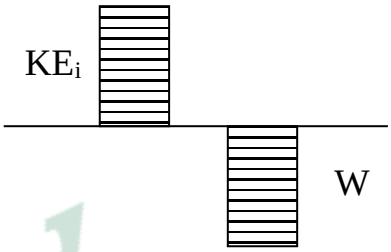
امكن استخدام التمثيل بالأعمدة لتوضيح هذه العملية :

ارتفاع العمود> مقدارالشغل أوالطاقة بالجول
[الطاقة الحركية بعد بذل الشغل = مجموع الطاقة الحركية الابتدائية و الشغل المبذول على الكرة]

التقاط الكرة



$KE_{بعد} = KE_{قبل} + W$



كانت الكرة تتحرك ... ولها طاقة حركية قبل أن ترتطم بيدك ... وعندما تلتقطها تؤثر فيها بقوة في الاتجاه المعاكس لاتجاه حركتها ...
لذلك تبذل عليها شغلاً سالباً..(مما يجعلها تتوقف) لتصبح طاقتها الحركية في النهاية صفراً ..
نلاحظ [الطاقة الحركية موجبة دائماً] .
ففي حالةالتقاط الكرة كانت الطاقةالحركية الابتدائية للكرة موجبة .. والشغل المبذول على الكرة سالباً ...
والطاقة الحركية النهائية صفراً ...

[الطاقة الحركية بعد توقف الكرة = مجموع الطاقة الحركية الابتدائية والشغل المبذول على الكرة]

الطاقة الحركية /

$KE = \frac{1}{2} M v^2$ حيث m كتلة الجسم وv مقدار سرعة الجسم وتتناسب الطاقة الحركية طردياً مع كتلة الجسم ومع مربع سرعته ...

[معامل تزايد الطاقة الحركية لجسم = مربع معامل تزايد سرعة هذا الجسم].

أنواع الطاقة الحركية / (1) طاقة حركية خطية . (2) طاقة حركية دورانية .

[غطاساً يقف على لوح الغطس .. حيث يبذل شغلاً عندما يدفع لوح الغطس بقدميه إلى الأسفل فيولد هذا الشغل طاقة حركية خطية و أخرى دورانية .. الطاقة الحركية الخطية عندما يتحرك مركز كتلة الغطاس في أثناء الوثبة .. أما الطاقة الحركية الدورانية فتتولد عندما يدور حول مركز كتلته (القرفصاء) ...

[الغطاس يتحرك نحو الماء وفي نفس الوقت يدور حول مركز كتلته (وضع القرفصاء) فإن له طاقة حركية خطية وطاقة حركية دورانية] أما عندما يدخل الغطاس الماء بقامة مفرودة .. فإن طاقته الحركية تظهر على شكل طاقة حركية خطية] .

ملاحظات :

* تعتمد طاقة الحركة الدورانية للجسم على سرعته الزاوية .
* محرك الشاحنة يبذل شغلاً أكبر من شغل محرك السيارة الصغيرة عندما تسيران بنفس السرعة (لان كتلة الشاحنة أكبر).
* طاقة الحركة دائماً موجبة فلا يوجد طاقة حركة سالبة .

الطاقة المختزنة

تحولات الطاقة لكرة تقذف رأسياً لأعلى :

* لحظة قذف الكرة يمتلك النظام طاقة حركية أما طاقة الوضع = صفراً .
* أثناء الصعود لأعلى تتحول طاقة الحركة تدريجياً إلى طاقة وضع .
* عند أقصى ارتفاع يمتلك النظام طاقة وضع أما طاقة الحركة = صفراً .
* أثناء السقوط تتحول طاقة الوضع تدريجياً إلى طاقة حركة .
* في جميع نقاط الحركة مجموع طاقة الحركة وطاقة الوضع = مقداراً ثابتاً .

أنواع الطاقة المختزنة :-

1- الطاقة المختزنة بطرق ميكانيكية : طاقة وضع الجاذبية ، طاقة الوضع المرونية .
2- الطاقة الكيميائية : الطاقة المختزنة في الوقود .

طاقة وضع الجاذبية :- طاقة مختزنة في النظام نتيجة تأثير قوة الجاذبية .

مستوى الإسناد : المستوى الذي تكون عنده طاقة الوضع = صفراً .

[طاقة وضع الجاذبية موجبة فوق مستوى الإسناد وسالبة تحته .]

العوامل المؤثرة في طاقة وضع الجاذبية :-

* وزن الجسم . * بعد الجسم عن مستوى الإسناد .

طاقة وضع الجاذبية : $PE = mgh$

PE: طاقة وضع الجاذبية (J). h : الارتفاع الرأسي عن مستوى الإسناد(m) .

m: كتلة الجسم (kg). g : تسارع الجاذبية الأرضية (m/s^2).

* أثناء صعود الجسم تبذل الجاذبية شغلاً سالباً يبطئ من سرعته حتى يتوقف .
* أثناء سقوط الجسم تبذل الجاذبية شغلاً موجباً يزيد من سرعته .

طاقة الوضع المرونية

عند سحب وتر قوس يُبذل شغل على القوس .. مما يخزن طاقة فيه لذا تزداد طاقة النظام المكون من القوس والسهم و الأرض .. وتسمى الطاقة المختزنة في الوتر المشدود طاقة وضع مرونية ..
وعند إفلات الوتر يندفع السهم إلى الأمام وتتحول طاقته إلى طاقة حركية ...

تعريف طاقة الوضع المرونية :- طاقة مختزنة في الجسم المرن نتيجة تغير شكله .
أمثلتها : الطاقة المختزنة في ..
* الوتر المشدود . * النابض المشدود . * الأربطة المطاطية . * منصات القفز .

تحولات الطاقة في لعبة القفز بالزانة :
* يركض اللاعب حاملاً عصا الزانة فيكتسب طاقة حركية .
* عند ثني العصا يتحول جزء من الطاقة الحركية إلى طاقة وضع مرونية في العصا .
* عندما تستقيم العصا تتحول طاقة الوضع المرونية إلى طاقة حركية فيرتفع اللاعب .

قدم ألبرت أنيشتاين شكلاً آخر لطاقة الوضع وهو الكتلة ذاتها ... حيث يقول إن : الكتلة طاقة بطبيعتها وتسمى هذه الطاقة E_0 الطاقة السكونية .

الطاقة السكونية / هي كتلة الجسم مضروبة في مربع سرعة الضوء ...

$$E_0 = mc^2$$

E_0 : الطاقة السكونية (J). m: الكتلة (kg).
c: سرعة الضوء (m/s)

حفظ الطاقة

قانون حفظ الطاقة : في النظام المعزول المغلق الطاقة لا تفنى ولا تستحدث .
النظام المعزول : النظام الذي لا تؤثر فيه أي قوة خارجية ...
النظام المغلق : النظام الذي لا يدخل إليه أو يخرج منه أي جسم ...
[المجموع الكلي للطاقة في النظام المعزول المغلق ثابتاً]

الطاقة الميكانيكية

الطاقة الميكانيكية : مجموع الطاقة الحركية وطاقة وضع الجاذبية في النظام .

$$E = KE + PE$$

E: الطاقة الميكانية (J) . KE: الطاقة الحركية (J) . PE: طاقة وضع الجاذبية (J) .

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية :
مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام قبل وقوع الحدث = مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام بعد وقوع الحدث ...

$$KE_1 + PK_1 = KE_2 + PE_2$$

إذا أثرت قوة خارجية على النظام فإن ...

$$KE_1 + PE_1 + W = KE_2 + PE_2$$

KE_1: الطاقة الحركية الابتدائية (J). PE_1: طاقة وضع الجاذبية الابتدائية (J). KE_2: الطاقة الحركة النهائية (J).
PE_2: طاقة وضع الجاذبية النهائية (J). W : شغل القوة الخارجية (J).
[الزيادة في طاقة وضع النظام المغلق المعزول = النقص في طاقته الحركية]

ملاحظات على الطاقة الميكانيكية :-

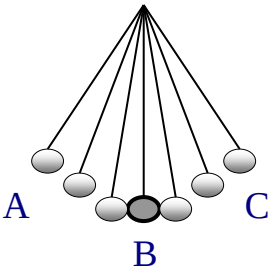
- عندما تكون طاقة الوضع أقصى قيمة لها => تكون الطاقة الميكانيكية كلها طاقة وضع .
- عندما تكون طاقة الحركة لحظة الاصطدام بالأرض أكبر مايمكن => تكون الطاقة الميكانيكية كلها طاقة حركة.
- طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع = طاقة الحركة لحظة الاصطدام بسطح الأرض .
- النقص في طاقة الوضع يصاحبه زيادة في طاقة الحركة أثناء السقوط لأسفل ... والنقص في طاقة الحركة يصاحبه زيادة في طاقة الوضع أثناء القذف لأعلى .
- في منتصف المسافة تتساوى كلاً من طاقة الوضع وطاقة الحركة وكلاهما يساوي نصف قيمة الطاقة الميكانيكية .
- إذا قذف الجسم لأعلى فإن التغير في طاقة الوضع يكون تزايدي أي بإشارة موجبة ويكون التغير في طاقة الحركة سالب أي تناقصي .

(الزيادة في طاقة الوضع = نقص في طاقة الحركة) والعكس صحيح .

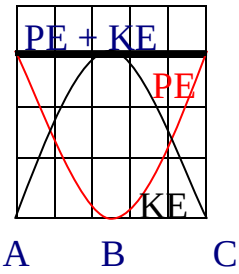
- يمكن تعيين سرعة الجسم لحظة الارتطام بسطح الأرض من العلاقة .

$$v = \sqrt{2gh}$$

تحولات الطاقة في البندول البسيط :-



* الشغل المبذول لإزاحة كرة البندول عن مستوى الإسناد يكسب النظام طاقة .
* لحظة ترك كرة البندول فإنها تمتلك طاقة وضع .
* أثناء الحركة من أعلى نقطة باتجاه أسفل نقطة فإنها تمتلك طاقة حركة وطاقة وضع .
* لحظة الوصل إلى مستوى الإسناد فإنها تملك طاقة حركية .
* طاقة الحركة عند أسفل نقطة = طاقة الوضع عند أعلى نقطة .
* يتضائل تذبذب البندول إلى أن يتوقف بسبب وجود مقاومة الهواء يتحول جزء من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية .



التصادمات :

1) التصادم فوق المرن : التصادم الذي تزداد فيه الطاقة الحركية بعد التصادم عنها قبل التصادم .
2) التصادم المرن : التصادم الذي تبقى فيه الطاقة الحركية قبل التصادم وبعده متساويتين . مثال : كرة بلياردو تتحرك بسرعة v باتجاه أخرى ساكنة لها نفس الكتلة بعد التصادم ...تسكن الكرة المتحركة وتتحرك الساكنة بسرعة v ، EK بعد التصادم $= EK$ قبل التصادم
3) التصادم عديم المرونة : التصادم الذي تقل فيه الطاقة الحركية بعد التصادم منها قبل التصادم ... مثل : متزلج يتحرك بسرعة v نحو آخر ساكن له نفس الكتلة بعد التصادم ... يلتصقان معاً ويتحركان بسرعة $\frac{1}{2}v$ ... الطاقة الحركية النهائية للمتزلجين = 1/4 الطاقة الحركية الابتدائية ...

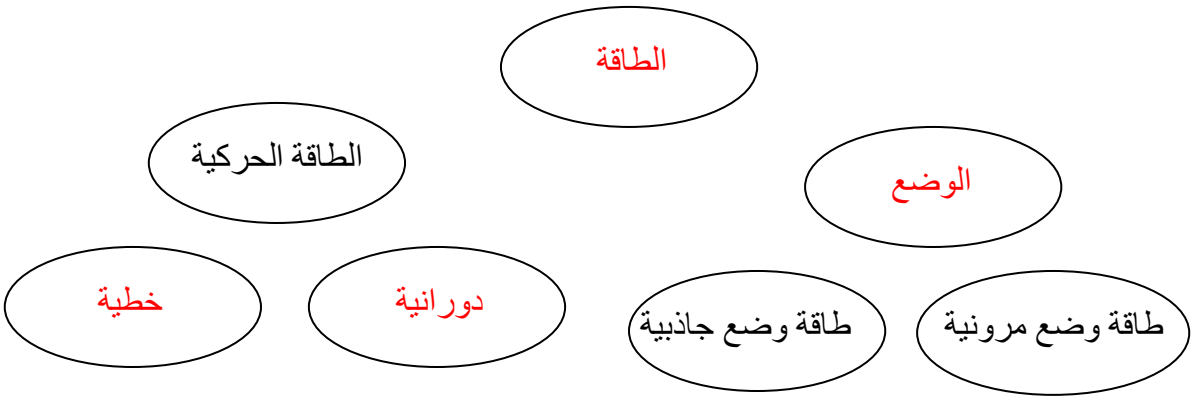
حفظ الزخم :

$$P_{Ai} + P_{Bi} = P_{Af} + P_{Bf}$$ حيث $P = mv$

P_{Ai}: زخم الجسم الأول قبل التصادم (kg.m/s). P_{Bi}: زخم الجسم الثاني قبل التصادم (kg.m/s). m: كتلة الجسم (kg).
P_{Af}: زخم الجسم الأول بعد التصادم (kg.m/s). P_{Bf}: زخم الجسم الثاني بعد التصادم (kg.m/s). v: سرعة الجسم (m/s).

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم بالمصطلحات الآتية : طاقة وضع الجاذبية ، طاقة الوضع المرونية ، الطاقة الحركية.



2) ما نوع الطاقة في ساعة تعمل بضغط النابض ؟ وما نوع الطاقة في الساعة الميكانيكية ؟ وماذا يحدث للطاقة عندما تتوقف الساعة عن العمل ؟

نابض الساعة يخزن طاقة وضع مرونية والساعة التى تعمل لها طاقة وضع مرونية وطاقة حركة دورانية وتتوقف الساعة عن العمل عندما تتحول كل الطاقة فيها إلى حرارة نتيجة الاحتكاك في نواقل الحركة والوصلات .

3) أسقطت كرة من أعلى مبنى ، فإذا اخترت أعلى المبنى بوصفه مستوى إسناد ، في حين اختار زميلك أسفل المبنى بوصفه مستوى إسناد ، فوضح هل تكون حسابات الطاقة نفسها أم مختلفة وفقاً لمستوى الإسناد في الحالات التالية :

a- طاقة وضع الكرة عند أي نقطة ؟

تختلف طاقات الوضع باختلاف مستويات الإسناد .

b- التغير في طاقة وضع الكرة نتيجة السقوط ؟

التغيرات في طاقات الوضع الناتج عن السقوط متساوية لأن التغير في h هو نفسه بالنسبة لمستويي الإسناد .

c- الطاقة الحركية للكرة عند أي نقطة ؟

الطاقة الحركية للكرة عند أي نقطة متساوية لأن السرعة المتجهة هي نفسها .

4) لماذا تتغير الوثبة كثيراً في رياضة الوثب بالزانة عندما تستبدل بالعصا الخشبية القاسية عصا مرنة أو عصا مصنوعة من الألياف الزجاجية ؟

يمكن لقضيب الليف الزجاجي المرن أن يخزن طاقة وضع مرونية لأنه يثني بسهولة ويمكن لهذه الطاقة أن تتحرر وتدفع اللاعب إلى أعلى رأسياً أما قضيب الخشب فلا يخزن طاقة وضع مرونية وأقصى ارتفاع للاعب القفز العالي محدد بسبب التحول المباشر للطاقة الحركية إلى طاقة وضع جاذبية .

5) تتحرك سيارة كتلتها 1600kg بسرعة 12.5m/s. ما طاقتها الحركية ؟

$KE = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} (1600) (12.5)^2 = 125000 = 1.3 \times 10^5$ J

6) مجموع كتلتي خليل ودراجته 45.0kg . فإذا قطع خليل 1.80 km خلال 10.0 min بسرعة ثابتة ، فما مقدار طاقته الحركية ؟

$v = d/t = (1.80\times1000)/(10\times60) = 0.3 m/s$

$KE = ½ mv^2 = ½ (45) (0.3)^2 = 202.5 J$

7) كتلة كل من أسماء و آمنة متساويتان وتساوي 45kg ، وقد تحركتا معاً بسرعة 10.0m/s كجسم واحد .

a- ما مقدار الطاقة الحركية لهما معاً ؟

$KE = ½ mv^2 = ½(90)(10)^2 = 4500 J$

b- ما نسبة كتلتهما معاً إلى كتلة أسماء ؟

$90/45 = 2/1$

c- ما نسبة طاقتهما الحركية معاً إلى الطاقة الحركية لأسماء ؟ فسر إجابتك .

2/1 ، نسبة طاقتهما الحركية إلى الطاقة الحركية لأسماء هي نفسها النسبة بين كتلتهما إلى كتلة أسماء . تتناسب الطاقة الحركية طردياً مع الكتلة .

8) احسب التغير في طاقة الوضع لخديجة عندما تهبط من الطابق العلوي إلى الطابق السفلي مسافة 5.50m ، علماً بأن وزنها 505 N ؟

$PE = m g h = (505) (5.50) = - 2777.5 J$ الاشارة (-) لانها تهبط .

9) أطلق صاروخ تجريبي كتلته 10.0 kg رأسياً إلى أعلى من محطة إطلاق . فإذا أعطاه الوقود طاقة حركية مقدارها 1960 J خلال زمن احتراق وقود المحرك كله . فما الارتفاع الإضافي (عن ارتفاع المنصة) الذي سيصل إليه الصاروخ ؟

$$PE = m g h$$

$$h = \frac{PE}{mg} = \frac{1960}{(10)(9.8)} = 20 m$$

10) صخرة كتلتها 2.0 kg في حالة سكون ، ثم سقطت إلى الأرض ففقدت 407 J من طاقة وضعها . احسب الطاقة الحركية التى اكتسبتها الصخرة بسبب سقوطها ، وما مقدار سرعة الصخرة قبل ارتطامها بالأرض مباشرة ؟

$$KE = PE$$

$$KE = 407 J$$

$$½ m v^2 = 407$$

$$½ (2) v^2 = 407$$

$$v^2 = \frac{2 (407)}{2} = 407$$

$$v = 20 m/s$$

الاختبار المقنن (الفصل 4)

1) زادت سرعة دراجة هوائية من 4m/s إلى 6m/s فإذا كانت كتلة راكب الدراجة 55kg، فما الشغل الذي بذله سائق الدراجة لزيادة سرعتها ؟

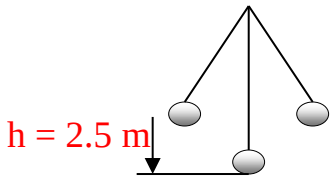
$KE_f = KE_i + W$, $W = KE_f - KE_i$

$= ½ mv_f^2 + ½ mv_i^2$

$= ½(55)(6)^2 + ½ (55)(4)^2 = 550$ J

a- 11 J b- 28 J c- 55 J d- 550 J ☆

2) يبين الشكل أدناه كرة كتلتها 4kg معلقة بخيط ... تتأرجح بشكل حر في مستوى محدد .. فإذا كانت مقاومة الهواء مهملة ، فما أقصى سرعة تبلغها الكرة في أثناء تأرجحها ؟



$mgh = ½mv_f^2$

$v_f^2 = 2gh$

$= 2 (9.8) (2.5) = 49$m/s

$v_f = 7$m/s

a- 0.14 m/s b- 98 m/s c- 7.0 m/s ☆ d- 49 m/s

3) ما مقدار الطاقة اللازمة لرفع صندوق كتلته 4.5kg من الأرض إلى رف يرتفع 1.5m فوق سطح الأرض ؟

$PE = mgh$

$= (4.5)(9.8)(1.5)$

$= 66.15 = 66$ J

a- 9 J b- 49 J c- 11 J d- 66 J ☆

4) أسقطت كرة كتلتها 6×10^{-2} kg من ارتفاع 1m فوق سطح مستوٍ صلب ، وعندما ضربت الكرة بالسطح فقدت 0.14 J من طاقتها ، ثم ارتدت مباشرة إلى أعلى ... ما مقدار الطاقة الحركية للكرة لحظة ارتدادها عن السطح المستوي ؟

لحظة الاصطدام بالأرض $KE = PE$

$= mgh = (6\times10^{-2})(9.8)(1) = 0.588$J

الطاقة الحركية لحظة ارتدادها $= 0.588 - 0.14 = 0.448 = 0.45$ J

a- 0.20 J b- 0.59 J c- 0.45 J ☆ d- 0.73 J

5) عند رفع جسم كتلته 2.5kg من رف يرتفع 1.2 m عن سطح الأرض إلى رف يرتفع 2.6 m فوق سطح الأرض ، فما مقدار التغير في طاقة وضع الجسم ؟

$h = (2.6) - (1.2) = 1.4$

$PE = mgh = (2.5)(9.8)(1.4)$

$= 34.3$ J

a- 1.4 J b- 25 J c- 3.5 J d- 34 J ☆

6) تتحرك كرة كتلتها m بسرعة v_1 على سطح أفقي عندما اصطدمت بحائط مبطن ، ثم ارتدت عنه في الاتجاه المعاكس ... فإذا أصبحت طاقتها الحركية نصف ماكانت عليه قبل التصادم و أهملنا الاحتكاك ، فأي مما يلي يعبر عن سرعة الكرة بعد التصادم بدلالة سرعتها قبل التصادم ؟

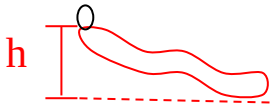
$KE_2 = ½ KE_1$

$½mv_2^2 = ½½mv_1^2$

$v_2^2 = ½ v_1^2$ $\Rightarrow v_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} v_1 \Rightarrow v_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} v_1$

a- $½ v_1$ b- $\frac{\sqrt{2}}{2} v_1$ ☆ c- $\sqrt{2}\ v_1$ d- $2 v_1$

7) يبين الشكل أدناه كرة على مسار منحني ، فإذا تحركت الكرة بدءاً من السكون في أعلى المسار ووصلت إلى السطح الأفقي في أسفله على الأرض بسرعة 14 m/s، وأهملنا الاحتكاك ، فما الارتفاع h من سطح الأرض حتى أعلى نقطة في اليسار ؟



a- 7 m
b- 14 m
c- ☆ 10 m
d- 20 m

$$\tfrac{1}{2} m v^2 = g m h$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(14)^2}{2(9.8)} = 10 \text{ m}$$

8) وضع صندوق على نابض مضغوط على منصه ، وعند إفلات النابض زود الصندوق بطاقة مقدارها 4.9 J ، فاندفع الصندوق رأسياً إلى أعلى ، فإذا كانت كتلة الصندوق 1kg... فما أقصى ارتفاع يصل إليه الصندوق قبل أن يبدأ في السقوط ؟

$$4.9 = m g h$$

$$4.9 = (1)(9.8)\, h$$

$$\Rightarrow h = \frac{4.9}{9.8} = \frac{49}{98} = 0.5 \text{ m}$$

Othamerah Th

درجة الحرارة والطاقة الحرارية

الطاقة الحرارية :

* تمتلك جزيئات الغاز طاقة حركية خطية وطاقة حركية دورانية وطاقة وضع .
* تنتقل الطاقة بين الجزيئات نتيجة تصادمها مع بعضها البعض .
* تتحرك جزيئات الغاز بحرية ... أما جزيئات المادة الصلبة فلا تتمكن من الحركية بحرية .
* الطاقة الكلية لجزيئات الغاز تسمى الطاقة الحرارية .
* تتناسب الطاقة الحرارية في الجسم مع عدد الجزيئات فيه .

تعريف الطاقة الحرارية :

مقياس للحركة الداخلية لجزيئات الجسم ...

الأجسام الساخنة :

عندما تمتلأ بالون بغاز الهيليوم يتمدد المطاط بفعل تصادم ذرات الغاز بجدار البالون بشكل متكرر ... إذ تصطدم كل ذرة من بلايين ذرات الغاز التي في البالون بجداره المطاطي ثم ترتد وتصطدم بالطرف الآخر من البالون ...

[يتمدد البالون المملوء بغاز الهيليوم عند تعريضه لأشعة الشمس] علل

لأن طاقة أشعة الشمس تجعل ذرات الغاز تتحرك أسرع فتصطدم بجدران البالون بمعدل أكبر ...

[وإذا برد فإنه ينكمش قليلاً] علل

لأن خفض درجة الحرارة يبطئ من حركة ذرات الهيليوم .

=> التصادمات لا تنقل زخماً يكفي لجعل البالون يتمدد بصورة كافية ... على الرغم أنه يحتوي نفس العدد من الذرات (ينكمش) ....

المواد الصلبة :

لذراتها طاقة حركية لكنها لاتتمكن من الحركة بحرية مثل ذرات الغاز ....

إذا وجد مادة صلبة تحتوي N من الذرات فإن الطاقة الحرارية الكلية في المادة الصلبة = متوسط طاقتي الحركة والوضع لكل ذرة Nx .

الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة :

للجسم الساخن طاقة حرارية أكبر من الجسم البارد المشابه له (يعني أن الجزيئات في الجسم الساخن لها طاقة حرارية أكبر من الجزيئات في الجسم البارد) .

[متوسط طاقة جزيئات الجسم الساخن أكبر من متوسط طاقة جزيئات الجسم البارد]

[متوسط طاقة حركة الجزيئات في الجسم يساوي قسمة الطاقة الحركية الكلية للجسم على عدد الجزيئات في هذا الجسم]

درجة حرارة الجسم :

* تتناسب طردياً مع متوسط الطاقة الحركية للجزيئات فيه .
* لا تعتمد على عدد الجزيئات فيه .

الاتزان و القياس الحراري :

عند قياس درجة الحرارة لجسمك ... إن كان جسمك ساخناً مقارنة بمقياس الحرارة فذلك يعني أن الجزيئات في جسمك لها طاقة حرارية أكبر ... وتتحرك بسرعة أكبر من الجزيئات التي في المقياس ... وعندما يلامس أنبوب المقياس الزجاجي البارد جلدك الأدفأ من الزجاج ... فإن الجزيئات المتحركة بسرعة في جلدك تصطدم بالجزيئات المتحركة ببطء في الأنبوب الزجاجي ... فتنتقل الطاقة من جلدك إلى الزجاج عن طريق عملية التوصيل الحراري [تعني انتقال الطاقة الحركية عندما تتصادم الجزيئات]... أي أن الطاقة الحرارية للجزيئات المكونة لمقياس الحرارة تزداد ... وفي نفس الوقت تتناقص الطاقة الحرارية للجزيئات في الجلد ...

الاتزان الحراري :

في أثناء اكتساب جزيئات الزجاج المزيد من الطاقة فإنها تبدأ في إرجاع بعض هذه الطاقة إلى جزيئات جسمك ويصبح معدل انتقال الطاقة من الزجاج إلى الجسم مساوياً لمعدل انتقال الطاقة من الجسم إلى الزجاج عند اللحظة التي تتساوى فيها درجتا حرارة الجسم و مقياس الحرارة => يقال أن الجسم ومقياس الحرارة وصلا إلى الاتزان الحراري .

تعريف حالة الاتزان الحراري :

الحالة التي يتساوى عندها معدّلا تدفق الطاقة بين جسمين متلامسين ...

*[معدل انتقال الحرارة من الجسم الأول إلى الثاني = معدل انتقال الحرارة من الجسم الثاني إلى الأول].

*[درجة حرارة الجسم الأول = درجة حرارة الجسم الثاني].

مقاييس الحرارة ((أجهزة قياس الحرارة)) :

أنواعها : * مقاييس الحرارة المنزلية : يتمدد الكحول الملون مشيراً إلى درجة الحرارة .

* مقاييس الحرارة السائلة – البلورية : يتغير لون البلورة بتغير ترتيب السوائل البلورية مشيراً إلى درجة الحرارة .

* مقاييس الحرارة الطبية : تستخدم دوائر إلكترونية حساسة للحرارة .

* مقاييس الحرارة في محركات المركبات : تستخدم دوائر إلكترونية حساسة للحرارة .

حدود درجات الحرارة : لدرجات الحرارة في الكون مدى واسع .

- لا يوجد حد أعلى لدرجات الحرارة .
- يوجد حد أدنى لدرجات الحرارة يسمى الصفر المطلق ويساوي $-273\ ^0c$

عند تبريد غاز مثالي إلى درجة الصفر المطلق ...

- تتلاشى الفراغات بين الذرات .
- حجم الغاز المثالي مساوٍ لحجم ذرات هذا الغاز .
- تفقد ذرات الغاز المثالي طاقتها كاملة .

أنظمة قياس درجة الحرارة :

النظام	الوحدة	درجة تجمد الماء	درجة غليان الماء عند مستوى سطح البحر	عدد التدرجات
سلسيوس	$^\circ C$	0	100	100
فهرنهايت	F	32	212	180
كلفن	k	273	373	100

[في المسائل العلمية و الهندسية يستعمل مقياس سلسيوس بدلاً من مقياس كلفن] علل
لاحتواء مقياس سلسيوس على درجات حرارة سالبة ممايوحي بأن طاقة الحركة سالبة وهذا مستحيل .

[يمكن الوصول إلى درجات الحرارة المنخفضة جداً من خلال جعل الغازات سائلة]

$$T_k = T_c + 273$$

T_k: درجة الحرارة حسب مقياس كلفن (K). T_c: درجة الحرارة حسب مقياس سلسيوس (^{0} c) .

الحرارة وتدفق الطاقة الحرارية

عندما يتلامس جسمان يتناقلان طاقة .

تعريف الحرارة: الطاقة التي تتدفق من الجسم الساخن إلى الجسم البارد تلقائياً .
[لا تنتقل الحرارة تلقائياً من الجسم البارد إلى الجسم الساخن أبداً].
إشارتها : (+) إذا امتص الجسم حرارة ... (-) إذا بعث الجسم حرارة ...

طرق انتقال الحرارة

التوصيل الحراري
عند تسخين طرف قضيب معدني فإن الطرف الآخر للقضيب يسخن أيضاً علل
بسبب انتقال الطاقة الحرارية عند تصادم الجزيئات المتلامسة بعضها ببعض ...
تعريفه:عمليةانتقال الطاقة الحركية عند تصادم الجزيئات بعضها ببعض .
الوسط الناقل:المواد الصلبة.

الحمل الحراري
عند وضع دورق ماء على اللهب تسخن جزيئات الماء فيخف وزنها وترتفع لأعلى .
تنزل الجزيئات الباردة لتحل محل الجزيئات الساخنة .
تتدفق الحرارة بين الماء الساخن الصاعد والماء البارد النازل .
تعريفه: حركة المائع في السائل أو الغاز بسبب اختلاف درجات الحرارة.
الوسط الناقل : السؤال والغازات.
من نواتج الحمل الحراري :-
للغازات في الغلاف الجوي:
الاضطرابات الجوية ومثلها العواصف الرعدية .
للتيارات المائية في المحيطات:
التغير في أنماط الطقس .

الإشعاع الحراري
تعمل الشمس على تسخين الأرض حيث تنقل الأمواج الكهرومغناطيسية الطاقة من الشمس خلال الفضاء إلى الأرض الأكثر برودة .
تعريفه:انتقال الطاقةالحرارية بواسطة الموجات الكهرومغناطيسيةفي الفراغ.
الوسط الناقل : الفراغ .

قانون حساب انتقال الحرارة :-

إذا لم يوجد طبقات $Q = \alpha \ A \ (T_1 - T_2) \ \Delta \ t$

إذا وجد طبقة $Q = \alpha \ A \ \frac{T_1 - T_2}{d} \ \Delta \ t$

Q: كمية الحرارة المنتقلة
α : معامل انتقال الحرارة
A: مساحة التلامس
T_1, T_2: درجتى حرارة الوسطين
t : الفترة الزمنية d: سمك الطبقة

السعة الحرارية النوعية

تختلف الأجسام في اكتسابها للحرارة ... فبعضها يكتسب الحرارة أسهل من غيرها ...
تعمل الشمس على تسخين ماء البحر والرمل عند الشاطئ ... على الرغم من تعرضها للطاقة الحرارية من المصدر نفسه (الشمس) وخلال الفترة الزمنية نفسها ... إلا أن الرمل يصبح أكثر سخونة من ماء البحر ...
(عندما تنتقل الحرارة إلى داخل جسم ما ... فإن كلاً من طاقته الحرارية ودرجة حرارته تزداد ... ويعتمد مقدار الزيادة في درجة الحرارة على كتلة الجسم ونوع مادته ...) .

السعة الحرارية النوعية هي :
كمية الطاقة التي يجب أن تكتسبها المادة لترتفع درجة حرارة وحدة الكتل من المادة درجة واحدة ...
رمزها (C). وحدة قياسها : (J/kg.k).
[تزداد درجة حرارة الجسم عند تدفق الحرارة إليه . وتعتمد الزيادة على *حجم الجسم . * طبيعة المادة التى يتكون منها الجسم .]
[تعمل الشمس على تسخين رمل الشاطئ وماء البحر معاً إلا أن رمل الشاطئ يسخن أسرع من ماء البحر]علل لأن الحرارة النوعية للرمل أقل منها للماء .

كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة :
العوامل المؤثرة فيها : * كتلة الجسم . * التغير في درجة الجسم . * الحرارة النوعية لمادة الجسم .

$$Q = m\, c\, (T_f - T_i)$$

Q: الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة (J). m: كتلة الجسم (kg). c: السعة الحرارية النوعية للمادة(J/kg.k).
T_f: درجة الحرارة النهائية (k) . T_i: درجة الحرارة الابتدائية (k).

[كل تغير بمقدار 1K يساوي تغيراً بمقدار $1^\circ c$].

تكاليف استخدام الطاقة الكهربائية = $\frac{\text{السعر(الريال)} \times Q\,(J)}{3.6 \times 10^6}$

المسعر : أداة تستخدم لقياس التغير في الطاقة الحرارية .
استخداماته : * قياس التغير في الطاقة الحرارية .
* قياس التفاعلات الكيميائية . * قياس محتوى الأطعمة من الطاقة .
مبدأ عمله : يعتمد عمل المسعر على مبدأ حفظ الطاقة في النظام المغلق و المعزول .

مبدأ حفظ الطاقة :- تكون الطاقة الحرارية في النظام المغلق والمعزول للجسم الأول مضافاً إليها الطاقة الحرارية للجسم الثاني مقداراً ثابتاً ...

$$E_A + E_B = \text{ثابت}$$

E_A : الطاقة الحرارية للجسم A (J) . E_B : الطاقة الحرارية للجسم B (J) .

الاتزان الحراري

نظام مغلق ومعزول مكون من جسمين متلامسين الأول ساخن و الآخر بارد ...

* تتدفق الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد فتنقص طاقة الأول وتزيد طاقة الثاني بالمقدار نفسه .
* التغير في طاقة الجسم الساخن (-) والتغير في طاقة الجسم البارد (+) .
* الطاقة الكلية للنظام ثابتة .
* تنقص درجة حرارة الجسم الساخن وتزيد درجة حرارة الجسم البارد .
* عند الاتزان درجة الحرارة النهائية للجسم الأول = درجة الحرارة النهائية للجسم الثاني = درجة الحرارة النهائية للنظام .

$$T_f = \frac{m_A c_A T_A + m_B c_B T_B}{m_A c_A + m_B c_B}$$

ولجسمين من النوع نفسه ولهما نفس الكتلة

$$T_f = \frac{T_A + T_B}{2}$$

T_f: درجة الحرارة النهائية للنظام (k). B , A: الجسمين المتلامسين . m: كتلة الجسم (kg).
c: الحرارة النوعية للمادة (J/kg.k). T: دراجة حرارة الجسم (k).

تقسيم الحيوانات اعتماداً على درجة حرارة أجسامها إلى ...

* متغيرة درجة الحرارة : تتغير درجة حرارة أجسامها تبعاً للبيئة المحيطة مثل (السحلية).
* ثابتة درجة الحرارة : تتحكم في درجة حرارة أجسامها داخلياً مثل (الثدييات).

تغيرات حالة المادة

تغير حالة المادة : تغير الشكل و الطريقة التي تخزن الذرات بواسطتها الطاقة الحرارية .

الحالات ال3الأكثر شيوع للمادة هي : الصلبة ... السائلة ... الغازية ...

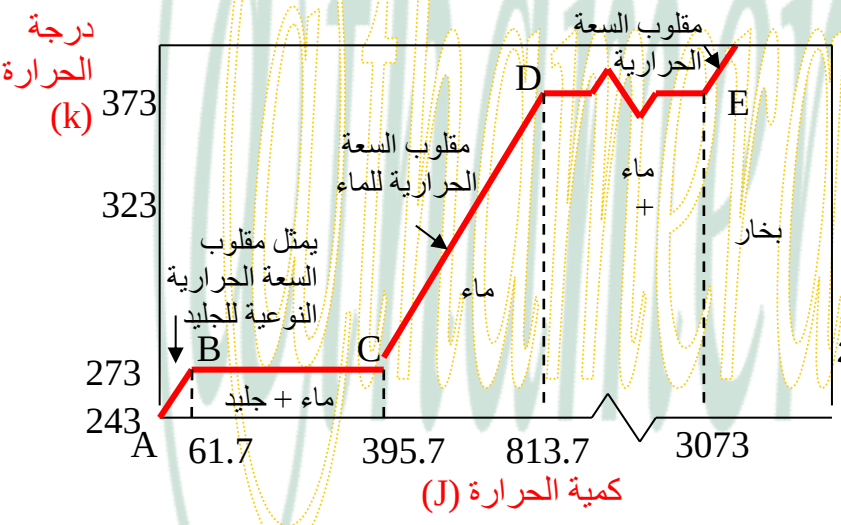
درجة الانصهار:

تتغير عندها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة [تعمل الطاقة الحرارية المكتسبة على التغلب على القوى التي تربط الجزيئات بعضها ببعض ... ولا تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فتبقى درجة الحرارة ثابتة]

بين النقطتين C,B...

درجة الغليان:

تتغير عندها المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية [بعد تحول المادة الصلبة كلياً إلى سائل فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فترتفع درجة حرارة السائل]



بين النقطتين D,C ...

[تبقى درجة الحرارة ثابتة عندما يغلي السائل كما في حالة الانصهار] بين النقطتين E,D ...

[بعد تحول المادة السائلة كلياً إلى بخار فإن الطاقة الحرارية المكتسبة تؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات فترتفع درجة حرارة البخار] أعلى من E ...

الحرارة الكامنة للانصهار H_f :

كمية الطاقة اللازمة لتحول 1kg من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة الانصهار ...

[تسبب الطاقة الحرارية المكتسبة تغيراً في الحالة وليس تغيراً في درجة الحرارة.]

[تصرف هذه الطاقة في إبعاد الجزيئات بعضها عن بعض دون زيادة في سرعتها.]

- يمثل الخط الأفقي بين النقطتين C,B (في الشكل السابق) الحرارة الكامنة للانصهار ...

كمية الحرارة اللازمة لصهر الكتلة الصلبة :

$$Q = m\,H_f$$

Q: الحرارةاللازمة لصهرالكتلة الصلبة (J). m: الكتلةالصلبة من المادة (kg).

H_f : الحرارةالكامنةلانصهارالمادة الصلبة (J/kg)

- الحرارة الكامنة للانصهار ثابتة للمادة الواحدة .
- الحرارة المفقودة عند التجمد = - الحرارة المكتسبة عند الانصهار .
- الإشارة (-) تشير أن الحرارة تنتقل من المادة إلى المحيط الخارجي .

الحرارة الكامنة للتبخر H_v :

كمية الطاقة اللازمة لتحول 1kg من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة الغليان ...

[لكل مادة حرارة كامنة للتبخر خاصة بها]

- يمثل الخط بين النقطتين E,D (في الشكل السابق) الحرارة الكامنة للتبخر ...

كمية الحرارة اللازمة لتبخير السائل :

$$Q = m\,H_v$$

Q: الحرارة اللازمة لتبخيرالسائل (J). m: كتلة السائل (kg). H_v: الحرارة الكامنة لتبخير السائل (J/kg).

- الحرارة المفقودة عند التكثف = - الحرارة المكتسبة عند التبخر .
- الإشارة (-) تشير إلى أن الحرارة تنتقل من المادة إلى المحيط الخارجي .

قوانين الديناميكا الحرارية

القانون الصفري :

جسمان متزنان حرارياً على حدة مع جسم ثالث سوف يكونان في اتزان حراري .

القانون الأول للديناميكا الحرارية :

تستطيع تسخين مسمار بوضعه فوق لهب أو طرقه بمطرقة ... أي تستطيع زيادة الطاقة الحرارية للمسمار إما بإضافة حرارة أو ببذل شغل عليه ... (المسمار يبذل شغلاً على المطرقة ... لذا فإن الشغل المبذول بفعل المسمار على المطرقة يساوي سالب الشغل الذي تبذله المطرقة على المسمار) ...

نص القانون الأول للديناميكا الحرارية :

التغير في الطاقة الحرارية يساوي مقار الحرارة المضافة إلى الجسم مطروحاً منه الشغل الذي يبذله الجسم .

$$U = Q - W$$

U : التغير في الطاقة الحرارية (J). Q: الحرارة المضافة (J) . w: الشغل الذي يبذله الجسم (J).

[يعد القانون الأول للديناميكا الحرارية صياغة أخرى لقانون حفظ الطاقة]

قانون حفظ الطاقة :-

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث و إنما تتغير من شكل إلى آخر ...

أمثلة على تغير كمية الطاقة الحرارية في نظام ما ...

1) المضخة اليدوية المستخدمة في نفخ إطار الدراجة الهوائية => تتحول الطاقة الميكانيكية في المكبس إلى طاقة حرارية للغاز ...

2) محمصة الخبز => تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية ...

المحركات الحرارية

الدفء الذي تشعربه عندما تفرك يديك إحداهما بالأخرى هو نتيجة تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية .

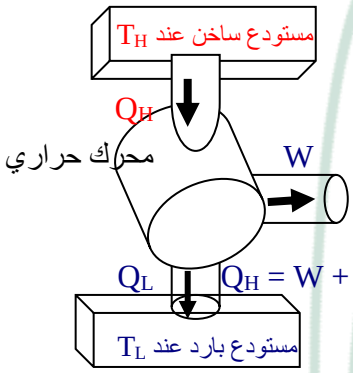
يحدث التحول من الطاقة الميكانيكية إلى الطاقة الحرارية بسهولة ... أما العملية العكسية فتكون أكثر صعوبة.

تعريف المحرك الحراري : أداة تُحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية بصورة مستمرة .

عمل المحرك الحراري :

- مصدر ذو درجة حرارة مرتفعة لامتصاص الحرارة منه .
- مستقبل ذو درجة حرارة منخفضة يمتص الحرارة ويسمى المصرف .
- ويحتاج إلى طريقة لتحويل الطاقة الحرارية الممتصة إلى شغل .

محرك الاحتراق الداخلي ((محرك السيارة))



- يشتعل بخار البنزين المخلوط بالهواء لإنتاج شعلة ذات درجة حرارة عالية.
- تتدفق الحرارة Q_H من اللهب إلى الهواء داخل الاسطوانة .
- يتمدد الهواء دافعاً المكبس ومحولاً الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية .
- للحصول على طاقة ميكانيكية مستمرة يُطرد الهواء الحار ويحول محله هواء جديد ويعود المكبس إلى أعلى الاسطوانة .
- وتتكرر هذه الدورة عدة مرات كل دقيقة و تتحول الطاقة الحرارية من احتراق البنزين إلى طاقة ميكانيكية ولذا تتحرك السيارة .

[الطاقة الحرارية الناتجة عن الاشتعال في محرك السيارة لا تتحول كلها إلى طاقة ميكانيكية حيث أن جزءاً منها ينتقل إلى خارج المحرك ولايتحول إلى شغل ... تسمى الطاقة المنتقلة إلى خارج محرك المركبة بالحرارة الضائعة Q_L]

[التغير في الطاقة الداخلية لمحرك السيارة عندما يعمل بصورة دائمة = صفراً].

محصلة كمية الحرارة داخل المحرك $Q = Q_H + Q_L$ <= الشغل الذي يبذله المحرك $W = Q_H + Q_L$

كفاءة المحرك الحراري : النسبة الشغل الناتج وكمية الحرارة الداخلية ...

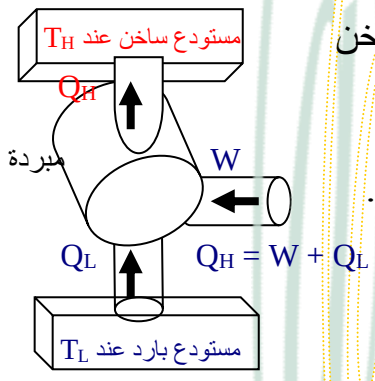
$$\text{كفاءة المحرك} = \frac{W}{Q_H} \times 100\%$$

$$\text{الحرارة الضائعة (Q)} = Q_H - W$$

W: الشغل الناتج (J) . Q_H: كمية الحرارة الداخلية (J) . Q_L: الحرارة الضائعة (J).

المبردات (الثلاجات) :-

أداة تمل على انتزاع الطاقة الحرارية من الجسم الابرد وإضافتها إلى الجسم الاسخن ببذل شغل معين ...



عملها :

- تعمل الطاقة الكهربائية على تشغيل المحرك فيبذل شغلاً على الغاز فيضغطه .
- يمر الغاز داخل المبردة فيتبخر بعد أن يمتص الطاقة الحرارية منها .
- ينتقل الغاز بواسطة الضاغط إلى ملفات التكثيف خلف المبردة فيبرد الغاز ويتحول إلى سائل حيث تنتقل الحرارة المفقودة منه إلى الهواء في الغرفة .
- يعود السائل إلى داخل المُبردة وتتكرر العملية .

المضخة الحرارية :-

أداة تعمل في اتجاهين تستخدم الطاقة الميكانيكية لنقل الحرارة من الحيز الذي درجة حرارته أقل إلى الحيز الذي درجة حرارته أكبر ...

عملها :-

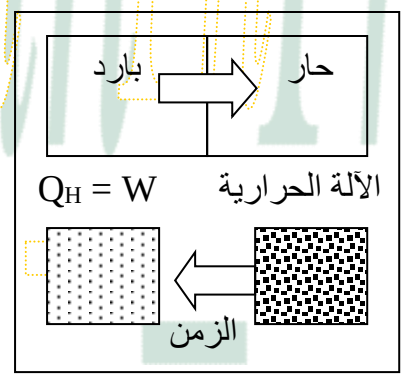
في الصيف : تنتزع الحرارة من المنزل وتطردها إلى الخارج فيبرد المنزل .

في الشتاء : تنتزع الحرارة من الهواء البارد في الخارج وتنقلها إلى داخل المنزل لتدفئته .

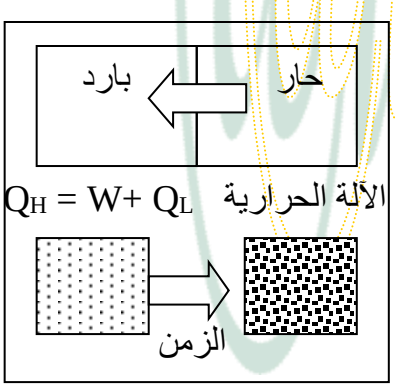
القانون الثاني للديناميكا الحرارية

هناك العديد من العمليات التي تتفق مع القانون الأول في الديناميكا الحرارية ... ولكن بعضها لم تشاهد وهي تحدث تلقائياً ... مثلاً: لا يحظر القانون الأول في الديناميكا الحرارية تدفق الحرارة من الجسم البارد إلى الجسم الساخن ... ومع ذلك لم يحدث أن أصبحت الأجسام الباردة أكثر برودة عند ملامستها لأجسام ساخنة وكذلك الأجسام الساخنة لم تصبح أكثر سخونة عند وضعها ملامسة لأجسام باردة ...

عمليات تتفق مع القانون الأول في الديناميكا الحرارية ولكن لا تحدث تلقائياً



عمليات تحدث تلقائياً



إذا حولت الآلات الحرارية الطاقة الحرارية بشكل كامل إلى طاقة ميكانيكية دون أي حرارة ضائعة (مفقودة) فإن القانون الأول في الديناميكا الحرارية يكون قد تحقق ... إلا أن الحرارة الضائعة تتولد دائماً ... ولا تشاهد جزيئات الغاز الموزعة عشوائياً ترتب نفسها تلقائياً في أنماط معينة ...

الانتروبي :- مقياس للفوضى ((العشوائية)) في النظام .

* يزداد الانتروبي عند إضافة حرارة إلى الجسم . * ينقص الانتروبي عند نزع حرارة من الجسم .

* لا يتغير الانتروبي إذا بَذل الجسم شغلاً دون أن تتغير درجة الجسم .

التغير في الانتروبي : مقدار الحرارة المضافة إلى جسم مقسومة على درجة حرارة ذلك الجسم .

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

ΔS : التغير في الانتروبي (J/k). Q: كمية الحرارة المضافة إلى الجسم (J) . T:درجة حرارة الجسم (k).

القانون الثاني للديناميكا الحرارية :-

العمليات الطبيعية تجري في اتجاه المحافظة على الانتروبي الكلي للكون أو زيارته .

[إذا لم يُتخذ إجراء يحافظ على انتظام الأشياء وترتيبها فإنها ستصبح أكثر عشوائية] .

العمليات الديناميكية الحرارية تتم في :

1) الايزوبارية : عند ضغط ثابت $w = P\,(v_2 - v_1)$

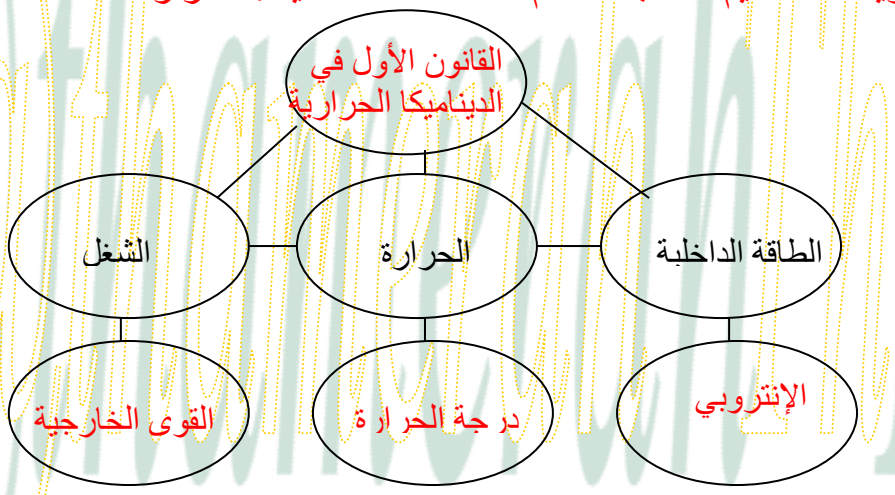
2) الايزوكورية : عند حجم ثابت $w = 0$

3) الايزوثيرمية : عند درجة حرارة ثابتة $w = P_1 v_1 \ln (v_2/v_1)$

4) الاديباتيكية : نظام معزول حرارياً $\Delta E = - w$ (طاقة داخلية)

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات الآتية : الحرارة ، الشغل ، الطاقة الداخلية .



2) وضح الاختلافات بين الطاقة الميكانيكية لكرة ما ، وطاقتها الحرارية ، ودرجة حرارتها .

إن الطاقة الميكانيكية هي مجموع طاقتي الوضع و الحركة للكرة على اعتبار أنها كتلة واحدة ، والطاقة الحرارية هي مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسيمات المنفردة المكونة لكتلة الكرة ، أما درجة الحرارة فهي ليست قياس للطاقة الداخلية للكرة .

3) هل تستطيع إضافة طاقة حرارية إلى جسم دون زيادة درجة حرارته ؟ فسر ذلك .

عندما تنصهر مادة صلبة أو عندما تغلي سائلاً فإنك تضيف طاقة حرارية دون إحداث تغير في درجة الحرارة.

4) فسر لماذا يبقى الماء في القربة المحاطة بقماش رطب بارداً أكثر من حالة عدم وجود القماش ؟

عندما يتبخر الماء داخل الغطاء القماشي في الهواء الجاف فإنه يمتص كمية طاقة تتناسب مع حرارة انصهاره لذا تبرد القربة .

5) سُخنت كتل متساوية من قطع الألمنيوم والرصاص بحيث أصبحتا عند درجة الحرارة نفسها ، ثم وضعت القطعتان على لوحين متماثلين من الجليد . أيهما يصهر جليداً أكثر ؟ وضح ذلك .

يصهر الألمنيوم جليداً أكثر لأن حرارته النوعية أكبر من الحرارة النوعية للرصاص .

6) ما مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 50.0 g من الماء من درجة حرارة 4.5^0C إلى درجة حرارة 83.0^0C؟ نحول الكتلة ودرجات الحرارة ثم نعوض في القانون .

$$Q = m\,c\,(T_f - T_i) = (0.50)(4180)(78.5) = 16406.5 = 1.64 \times 10^4\ J$$

7) يمتص قالب من المعدن كتلته 5.0×10^2 g مقدار 5016J من الحرارة عندما تتغير درجة حرارته من 20.0^0Cإلى 30.0^0C. احسب الحرارة النوعية للمعدن ؟ نحول الكتلةودرجات الحرارة ثم نعوض في القانون

$$Q = m\,c\,(T_f - T_i) \Rightarrow c = \frac{Q}{m\,(T_f - T_i)} = \frac{5016}{(0.5)(10)} = 1003\ J/kg.k$$

8) كُثفت عينة من الكلوروفورم كتلتها 40.0gمن بخار عند درجة 61.6^0C إلى سائل عند درجة 61.6^0C، فانبعث كمية من الحرارة مقدارها 9870J، ما لحرارة الكامنة لتبخر الكلوروفورم ؟ نحول الكتلة إلى Kg

$$Q = m\,H_v \Rightarrow H_v = \frac{Q}{m} = \frac{9870}{0.04} = 246750 = 2.47\times10^5\ J$$

الاختبار المقنن (الفصل 5)

1) أي تحويلات درجات الحرارة التالية غير صحيح ؟

$T_k = T_c + 273$

$T_c = T_k - 273$

$T_c = T_k - 273 = 298 - 273 = 25\ C$

-a $-273\ C = 0\ k$

-b $273\ C = 546\ k$

-c $298\ k = 571\ C$

-d $88\ k = -185\ C$

2) وحدات الانتروبي ؟

$$S = \frac{Q}{T} = \frac{(J)}{(k)}$$

-a J/K

-b K/J

-c J

-d K J

3) أي العبارات الآتية المتعلقة بالاتزان الحراري غير صحيح ؟

-a عندما يكون جسمان في حالة اتزان فإن الإشعاع الحراري بين الجسمين يستمر في الحدوث .

-b يستخدم الاتزان الحراري في توليد الطاقة في المحرك الحراري تدفق الطاقة يصبح متساوي عندالاتزان الحراري

-c يستخدم مبدأ الاتزان الحراري في الحسابات المسعرية .

-d عندما لا يكون جسمان في حالة اتزان فإن الحرارة ستتدفق من الجسم الساخن إلى الجسم الأبرد منه .

4) ماكمية الحرارة اللازمة لتسخين 87g من الميثانول المتجمد عند 14 k إلى بخار عند 340 k ؟

(درجة انصهاره -97.6 C ، درجة غليانه 64.6C، افترض أن السعة الحرارية النوعية للميثانول ثابتة في جميع حالاته)

-a 17 kJ

-b 69 kJ

-c 1.4×10^2 kJ

-d 1.5×10^2 kJ

1) كمية الحرارة اللازمة لسخين الميثانول المتجمد

$Q = mc\,(T_f - T_i)$

$= (\ 0.087\ )\ (\ 2450\ )\ (\ 175.4 - 14\ ) = 34402.4\ J$

2) نحسب كمية الحرارة اللازمة لصهر الميثانول $Q = mH_f = 0.087\times 1.09\times 10^5 = 9483\ J$

3) نحسب كمية الحرارة اللازمة لتسخين الميثانول $Q = mc(T_f - T_c) = 34445.04\ J$

4) نحسب كمية الحرارة اللازمة لتبخر الميثانول $Q = mH_v = 76386\ J$

5) نحسب كمية الحرارة اللازمة لتسخين بخار الميثانول من 337إلى 340: $Q = mc(T_f - T_i) = 63945J$

كمية الحرارة الكلية :

$$Q_t = 155355.89\ J = 1.5\times 10^5 J = 1.5\times 10^2 kJ$$

5) أي العبارات الآتية المتعلقة بالطاقة و الإنتروبي وتغيرات الحالة صحيح ؟

-a يزيد تجميد الماء من طاقته حيث يكتسب ترتيباً جزيئياً باعتباره تحول إلى مادة صلبة .

-b كلما كانت السعة الحرارية النوعية للماء أكبر زادت درجة حرارة انصهارها .

-c حالات المادة ذات الطاقة الحركية الأكبر يكون لها انتروبي أكبر .

-d لا يمكن أن تزداد الطاقة و الانتروبي في الوقت نفسه .

6) ما مقدار كمية الحرارة اللازمة لتدفئة 363 ml من الماء في زجاجة أطفال من 24C إلى 38 C ؟

$Q = mc\ \Delta T$

$= (0.363)(4180)(38\text{-}24) = 21242076J = 21\ kJ$

-a 21 kJ

-b 36 kJ

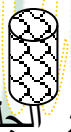
-c 121 kJ

-d 820 kJ

7) تكون هناك دائماً كمية حرارة مفقودة في المحرك الحراري ، لأن :
a- الحرارة لاتنتقل من الجسم البارد إلى الجسم الساخن .
b- الاحتكاك يعمل على إبطاء المحرك .
c- الانتروبي يزداد في كل مرحلة . ☆
d- مضخة الحرارة تستخدم طاقة .

8) مقدار كمية الحرارة اللازمة لصهر 81 g من الجليد عند درجة 0.0C في دورق ويسخن إلى 10C؟

a- 0.34 kJ c- 30 kJ ☆



b- 27 kJ d- 190 kJ

1) نحسب كمية الحرارة اللازمة لصهر الجليد / $Q = mH_f = (0.081)(3.34\times10^5) = 27054J$

2) نحسب كمية الحرارة اللازمة لتسخين الماء من 0إلى 10 /

$Q=mc\Delta T = (0.081)(4180)(10-0) = 3385.8J$

3) كمية الحرارة الكلية / $Q_t = 27054 + 3385.8 = 30439.8\ J = 30.4\ kJ$

9) إذا بذلت 0.050 J من الشغل على القهوة في الفنجان في كل مرة تحركها ... فما مقدار الزيادة في الإنتروبي في 125 ml من القهوة عند درجة 65 C عندما تحركها 85 مرة ؟

a- 0.013 J/k c- 0.095 J/k

$Q = 0.05 \times 85 = 4.25\ J$

$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{4.25}{338} = 0.0125\ J/k = 0.013 J/k$

b- 0.050 J d- 4.2 J

10) ما الفرق بين كمية الحرارة اللازمة لصهر 454g من الجليد عند 0.0 C وكمية الحرارة اللازمة لتحويل 454g من الماء عند 100 C إلى بخار ؟ وهل مقدار الفرق أكبر أم أقل من كمية الطاقة اللازمة لتسخين 454g من الماء عند 0.00 C إلى 100.0 C ؟

كمية الحرارة اللازمة لصهر الجليد $Q = mH_f = 0.454 \times 3.34 \times 10^5 = 151636\ J$

كمية الحرارة اللازمة لتبخر الماء $Q = mH_v = 0.454 \times 2.26 \times 10^6 = 1026040\ J$

الفرق بين الكميتين : $Q = 1026040 - 151636 = 874404\ J$

كمية الحرارة اللازمة لتسخين الماء من 0 إلى 100 سلزيوس :

$Q = mc\Delta T = (0.454)(4180)(100 - 0) = 189772\ J$

حالات المادة

خصائص الموائع :

الماء و الهواء من أكثر المواد شيوعاً في حياة الانسان اليومية ... قد لا يبدو أن هناك خصائص مشتركة بين الماء و الهواء ... كل من الماء والهواء يتدفقان وليس لهما شكل محدد على عكس المواد الصلبة ... ولذرات المادة وجزيئاتها الغازية والسائلة حرية كبيرة لتتحرك ...

الضغط :- (كمية قياسية).

القوة المؤثرة في سطح ما مقسومة على مساحة ذلك السطح ...

$$P = \frac{F}{A}$$

P: الضغط (pa)أو(N/m^2). F: القوة (N). A: مساحة السطح (m^2).

يقاس الضغط بوحدة باسكال تعادل $1N/m^2$

كيلو باسكال = 1000باسكال .

حالات المادة :- صلبة - سائلة - غازية .

المواد الصلبة والسوائل والضغط :-

لو أنك تقف على سطح بحيرة متجمدة فإن ...

القوى التى تؤثر بها قدماك في الجليد تتوزع على مساحة حذائك مولدة ضغطاً على الجليد .

والقوى التى تحافظ على جزيئات الماء في مكانها تجعل الجليد يؤثر بقوى رأسية في قدميك إلى أعلى تساوي وزنك .

أما إذا انصهر الجليد فإن معظم الروابط بين جزيئات الماء تصبح ضعيفة وتصبح قادرة على الانزلاق بعضها فوق بعض ... ستستمر جزيئات الماء المتحركة في التأثير بقوى في جسمك ...

جزيئات الغاز و الضغط :-

إن الضغط الذي تؤثر به الغازات يمكن فهمه بتطبيق نظرية الحركة الجزيئية للغازات التي توضح خصائص الغاز المثالي ...

الغاز المثالي : جزيئاته لا تشغل حيزاً ... ليس لجزيئاته قوى تجاذب جزيئية ...

الغاز الحقيقي : جزيئاته تشغل حيزاً ... لجزيئاته قوى تجاذب جزيئية ...

جزيئات الغاز /

تتحرك عشوائياً ... تخضع لتصادمات مرنة بعضها ببعض ...

تتحرك بسرعة عالية ... يتغير زخمها عندما ترتطم بسطح الإناء وترتد عنه ...

[يتولد ضغط للغاز على سطح الإناء الذي يحتويه] علل بسبب الدفع الذي تؤثر به التصادمات العديدة لجزيئات الغاز على سطح الإناء ...

الضغط الجوي :

يؤثر غاز الغلاف الجوي بقوة تساوي 10N في كل cm^2 من سطح الأرض عند مستوى سطح البحر ...

$$[10N/cm^2 = 1\times10^5 \text{ pa}]$$

[ضغط الغلاف الجوي على الجسم يتعادل مع قوى الجسم المتجهة إلى الخارج.]

يثير الضغط اهتمامنا فقط عندما تؤلمنا آذاننا نتيجة تغيرات الضغط .

[الضغط الجوي الناتج عن أغلفة الكواكب الغازية يختلف من كوكب إلى آخر.]

قوانين الغاز

عندما بدأ العلماء دراسة الغازات و الضغط لاحظوا وجود بعض العلاقات المثيرة للاهتمام وكانت أول علاقة تم اكتشافها هي قانون بويل ... (نسبة للكيميائي و الفيزيائي روبرت بويل).

قانون بويل :

حجم عينة الغاز يتناسب عكسياً مع الضغط المؤثر عليه عند ثوت درجة الحرارة .

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

P_1: الضغط الابتدائي (pa). V_1: الحجم الابتدائي (m^3). P_2: الضغط النهائي (pa) . V_2: الحجم النهائي (m^3).

تم اكتشاف علاقة ثانية بعد 100سنة من اكتشاف بويل على يد العالم جاك شارلز حيث لاحظ أنه عند تبريد الغازحجمه يتقلص بمقدار $\frac{1}{273}$ عند انخفاض درجة الحرارة 1kأي العلاقة بين حجم الغازودرجة حرارته خطية

قانون شارلز :

عند ثبوت الضغط فإن حجم عينة الغاز يتناسب طردياً مع درجة حرارتها .

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

V_1:الحجم الابتدائي (m^3). T_1:درجة الحرارة الابتدائية (k). V_2:الحجم النهائي (m^3). T_2:درجة الحرارة النهائية (k).

القانون العام للغازات :

لكمية معينة من الغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه مقسوماً على درجة حرارته بوحدة الكلفن يساوي قيمة ثابتة .

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \text{مقدار ثابت} \quad , \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

- يتناسب الثابت في القانون العام للغازات طردياً مع عدد الجزيئات .
- عند ثبوت حجم الغاز ودرجة حرارته فإن ضغط الغاز المثالي يتناسب طردياً مع عدد جزيئات الغاز . لأنه بزيادة عدد الجزيئات يزداد عدد التصادمات التي تؤثر بها الجزيئات في الإناء فيزيد الضغط .

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

القانون العام للغازات

إذا كانت درجة الحرارة ثابتة

$P_1V_1 = P_2V_2$

قانون بويل

إذا كان الضغط ثابت

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

قانون شارلز

قانون الغاز المثالي :

K ثابت بولتزمان $= 1.38 \times 10^{-23}$ pa.m³/k $\qquad \frac{P\,V}{T} = K\,N$

N: عدد الجزيئات (هو عدد كبير جداً) لذلك بدلاً من استخدام N لجأ العلماء إلى استخدام وحدة المول (mol) وتمثل في المعادلات بالحرف n حيث مول واحد $= 6.022 \times 10^{23}$ من الجزيئات . ويسمى بعدد أفوجادرو (نسبة للعالم أميديو أفوجادرو) .

واستخدم المولات عوضاً عن الجزيئات يغير ثابت بولتزمان ويختصر إلى R ويساوي 8.31Pa.m³/mol.k

$$PV = nRT$$

P:ضغط الغاز المثالي (Pa) . V: حجم الغاز المثالي (m³). n:عدد المولات (mol).

R: ثابت بولتزمان (Pa.m³/mol.k). T: درجة الحرارة (k).

[للغاز المثالي يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه يساوي عدد المولات مضروباً في ثابت بولتزمان ودرجة حرارته بوحدة الكلفن .]

عدد أفوجادرو :-

عدد الجزيئات في عينة من المادة كتلتها تساوي الكتلة المولية من المادة .

المول = عدد أفوجادرو من الجزيئات $= 6.022 \times 10^{23}$ جزيء ...

عدد المولات :-

$$\text{عدد المولات (mol)}\ n = \frac{m\ \text{(g) كتلة المادة}}{M\ \text{(g/mol) الكتلة المولية}}$$

[قانون الغاز المثالي يتوقع عملياً سلو الغازات بصورة جيدة ماعدا ...

- الحالات تحت ظروف الضغط العالي .... - حالات درجات الحرارة المنخفضة ....]

التمـــدد الحـــراري

عندما تسخن المادة في حالاتها الصلبة والسائلة والغازية تصبح أقل كثافة وتتمدد لتملأ حيزاً أكبر ...

التمدد الحراري :

خاصية للمواد في جميع حالاتها تسبب تمدد المادة فتصبح أقل كثافة عند التسخين .

تطبيقاته : دوران الهواء في الغرفة .

عندما يُسخن الهواء الملامس لأرضية الغرفة فإن قوة الجاذبية تسحب الهواء البارد الأكثر كثافة والملامس لسقف الغرفة إلى أسفل ... فيدفع بدوره الهواء الأكثر سخونة إلى أعلى ... ويُسمى دوران الهواء في الغرفة تيار الحمل ...

يمكن مشاهدة تيارات الحمل في وعاء ماء ساخن دون درجة الغليان فعندما يسخن الوعاء من القاع فإن الماء الأبرد ذا الكثافة الكبرى يهبط إلى أسفل حيث يسخن ثم يُدفع إلى أعلى عن طريق تدفق الماء الأبرد من الأعلى

[يحدث التمدد الحراري في معظم السوائل]

عندما تتغير درجة الحرارة بصورة متساوية تتمدد السوائل بصورة أكبر من المواد الصلبة و أقل من المواد الغازية ...

لماذا يطفو الثلج ؟
* عند رفع درجة حرارة 4C يطفو الثلج فوق سطح الماء ... لأن كثافته أقل من كثافة الماء .
* عند رفع درجة حرارة الماء من 0C إلى 4C فإنه يتقلص بدلاً من أن يتمدد (تنخفض كثافة الماء) علل بسبب تزايد قوى الترابط بين جزيئاته .
* يزيد حجم الماء عندما ترتفع درجة حرارته فوق 4C. علل بسبب تزايد الحركة الجزيئية .

البلازما :
حالة من حالات الموائع يكون فيها المائع شبه غاز ويتكون من إلكترونات سالبة و أيونات موجبة بحيث توصل الكهرباء ...
معظم مكونات النجوم بلازما في درجات حرارة عالية جداً ...
أكثر المواد الموجودة بين النجوم و المجرات غاز هيدروجين في حالة البلازما ...
الصواعق المضيئة تكون في حالة البلازما ...
التأثيرات الضوئية المتوهجة ناتجة عن البلازما المضيئة المتكونة في الأنابيب الزجاجية ...
الفرق المبدئي بين الغاز والبلازما :
للبلازما القدرة على التوصيل الكهربائي .

القـوى داخــل السوائــل

1) قوى التماسك :
قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المادة الواحدة .

خاصية التوتر السطحي :ميل سطح السائل إلى التقلص لأقل مساحة ممكنة.
سببها:قوى تماسك بين جزيئات المائع .
أمثلتها : * قطرات الندى على خيوط العنكبوت تتخذ شكلاً كروياً .
* الزئبق يشكل قطرات كروية حين يوضع على سطح مصقول . * سير بعوضة الماء على سطح الماء .
[كلما زاد التوتر السطحي للسائل زادت ممانعة السائل لتحطيم سطحه]
*تُكون خاصية التوتر السطحي للسائل قطرات كروية علل لأن الشكل الكروي هو الشكل الذي له أقل مساحة سطح لحجم معين .
* التوتر السطحي للزئبق أكبر من التوتر السطحي للماء علل لأن قوى التماسك بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى التماسك بين جزيئات الماء .
* تتسطح قطرات الكحول و الإيثر على السطح المصقول علل لأن قوى التماسك بين جزيئاتها ضعيفة .

[تتمكن بعوضة الماء من السير على سطح الماء علل لأن جزيئات الماء عند السطح لها قوة تجاذب محصلة في اتجاه الداخل تولد التوتر السطحي]

اللزوجة : مقياس للاحتكاك الداخلي للمائع .
أسبابها :- قوى التماسك بين جزيئات المائع ... - التصادمات بين جزيئات المائع ...
ينتج عنها : - إبطاء تدفق السائل ... - تبديد الطاقة الميكانيكية ...
معامل اللزوجة μ: النسبة بين إجهاد القص وممال السرعة ... وحدة قياسة (بواز)

$$\mu = \frac{F\,L}{A\,\Delta v}$$

F:القوة الموازية(N) L: السمك (m^3) A: المساحة (m^2) Δv : التغير في السرعة (m/s).

لزوجة الماء منخفضة ... في حين أن زيت المحرك عالي اللزوجة ....
[تستخدم في المحركات زيوت عالية اللزوجة] علل كي تتدفق ببطء على الأجزاء المعدنية للمحرك فتقلل من احتكاكها بعضها ببعض .

[من أكثر الموائع لزوجة اللابة و الصخور المنصهرة التي تتدفق من البركان وتتصاعد نحو سطح الأرض]

[تختلف لزوجة اللابة باختلاف تركيبها ودرجة حرارتها]

2) قوى التلاصق :
قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المواد المختلفة ...

الخاصية الشعرية :
* إذا وضع أنبوب زجاجي نصف قطره الداخلي صغير في الماء فسيرتفع الماء داخل الأنبوب ...
(ارتفاع السوائل داخل الأنابيب الضيقة يُعزى إلى الخاصية الشعرية) ترتفع السوائل داخل الأنابيب الضيقة أكثر من الأنابيب الواسعة ...
* السوائل ترتفع في الأنابيب الضيقة عندما تكون قوى التلاصق بين جزيئات السائل و الأنبوب أكبر من قوى التماسك بين جزيئات السائل ...
* السائل يتوقف عن الارتفاع داخل الأنابيب عندما يتوازن وزن الماء داخل الأنبوب مع قوة التلاصق الكلية بين سطح الأنبوب وجزيئات السائل ...

تطبيقات الخاصية الشعرية :
- ارتفاع الوقود في فتيلة القنديل ... - ارتفاع الماء في جذور النبات ...

[لا يرتفع الزئبق في الأنابيب الضيقة] علل لأن قوى التماسك بين جزيئات الزئبق أكبر من قوى التلاصق وسطح الزجاج ...

التـبـخـر والتـكثيـف

يختفي الماء من بركة صغيرة في يوم حار وجاف ؟ تتحرك جزيئات السائل بسرعات عشوائية ...
إذا استطاعت الجزيئات المتحركة بسرعة كبيرة أن تنفذ خلال الطبقة السطحية ، فإنها ستنفذ من السائل ...
لكن وجود قوة تماسك محصلة إلى أسفل على السطح يعيق ذلك ... لذا لا تفلت إلا الجزيئات التى لها طاقة كبيرة ويسمى هروب الجزيئات التبخر ...

التـبـخـر :
نفاذ الجزيئات المتحركة خلال الطبقة السطحية للسائل عند امتلاكها طاقة مناسبة .

التبريد بالتبخير :
لعملية التبخر أثر في خفض الحرارة (التبريد) ... [في الأيام الحارة يفرز الجسم عرقاً وتبخر العرق يشعرنا بالبرودة] .
[يؤدي التبخر إلى خفض درجة حرارة السائل في الإناء] علل
بسبب انخفاض متوسط الطاقة الحركية للجزيئات المتبقية في الإناء فتنخفض درجة الحرارة .

السوائل المتطايرة :
السوائل التي تتبخر بسرعة وسهولة بسبب ضعف قوة التماسك بين جزيئاتها .
لماذا لا تشعر أن الجو في الأيام الرطبة أكثر دفئاً منه في الأيام الجافة عند درجة الحرارة نفسها ؟
في اليوم الرطب تكون كمية بخار الماء في الهواء مرتفعة .. بسبب وجود الكثير من جزيئات الماء في الهواء .
يقل لذالك احتمال تبخر جزيئات الماء في العرق .. (ويعد التعرق ميكانيكية التبريد الرئيسية في جسم الإنسان)
لذا فإن الجسم لا يكون قادراً على تبريد نفسه بصورة فعالة في اليوم الرطب ...

التكـــاثـف : (تحول البخار إلى سائل عند تبريده)
إن جزيئات السائل التى تبخرت في الهواء تستطيع العودة أيضاً إلى الحالة السائلة إذا انخفضت طاقتها الحركية أو درجة حرارتها .

تكون الضباب :
عندما يبرد الهواء الرطب الملامس لسطح الأرض يتكاثف بخار الماء في الجو مكوناً سحابة من قطيرات الماء تسمى الضباب .

الموائع الساكنة و الموائع المتحركة

الموائع الساكنة :

إذا غطست في بركة سباحة أو بحيرة إلى عمق معين فستدرك أن جسمك (وخصوصاً أذنيك) حساس جداً لتغيرات الضغط ... الضغط الذي شعرت به لا يعتمد على وضع رأسك إذا كان مرفوعاً أو مائلاً إلى أسفل ... ولكن يزداد الضغط إذا غطست إلى أعماق كبيرة .

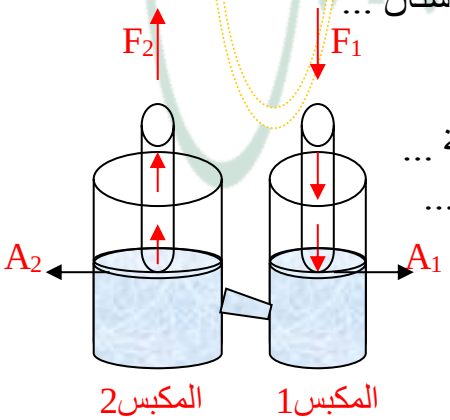
مبدأ باسكال :

التغير في الضغط المؤثر عند أي نقطة في السائل المحصور ينتقل إلى جميع نقاط السائل بالتساوي .

تطبيقاته :

تعمل أنظمة الرفع الهيدروليكية وفقاً لمبدأ باسكال ، ومن أمثلتها :

المكبس الهيدروليكي ... الرافعة الهيدروليكية ... كراسي أطباء الأسنان ...



المكبس الهيدروليكي :

يحصر المائع داخل حجرتين متصلتين معاً في كل منهما مكبس حر الحركة ... مساحة المكبس الثاني أكبر من مساحة المكبس الأول لذلك تتضاعف القوة ...

الضغط P_1 المؤثر في المائع $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$

الضغط P_2 الناتج عن المائع $P_2 = \frac{F_2}{A_2}$

اعتماداً على مبدأ باسكال ينتقل الضغط دون تغيير خلال المائع $P_1 = P_2$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

القوة الناتجة عن الرافعة الهيدروليكية :

$$F_2 = \frac{F_1 A_2}{A_1} \quad F_2$$

F_1 : القوة التي يؤثر بها المكبس الأول (N).

F_2 : القوة المؤثرة على المكبس الثاني (N).

A_1 : مساحة المكبس الأول (m^2).

A_2 : مساحة المكبس الثاني (m^2).

[إذا عصرت إحدى نهايتي بالون فإن النهاية الأخرى تنتفخ] علل

بسبب انتقال الضغط إلى النهاية الأخرى وذلك حسب مبدأ باسكال .

[الهدف من استخدام الموائع في الآلات مضاعفة القوة تطبيقاً لمبدأ باسكال]

السباحة تحت الضغط

عندما تسبح تشعر أن ضغط الماء يتزايد كلما غطست إلى مسافة أعمق ... وينشأ هذا الضغط حقيقة عن قوة الجاذبية الأرضية التى ترتبط مع وزن الماء فوق الجسم ... فإذا غطست إلى أعماق كبيرة فستكون كمية أكبر من الماء فوق جسمك ، لذا سيكون الضغط عليك أكبر ...

ضغط المائع :

وزن عمود المائع مقسوماً على مساحة المقطع العرضي لعمود المائع .

اتجاهه:

يضغط على الجسم في جميع الاتجاهات .

ضغط المائــع (المــاء) على الجسم :

$P = \rho hg$

P: ضغط المائع (pa). h : عمق المائع (m).
ρ: كثافة المائع(kg/m^3). g : تسارع الجاذبية (m/s^2).

الضغط الذي يؤثر به عمود المائع (الماء) في الجسم يساوي حاصل ضرب كثافة المائع (الماء) في ارتفاع عمود المائع (الماء) في تسارع الجاذبية الأرضية ...

الضغط المطلق :

$P_{مطلق} = P_o + \rho hg$

البارومتر : جهاز يقيس الضغط الجوي P_o .
المانومتر : جهاز يقيس ضغط المائع المحصور (الضغط المطلق) $P_{المطلق}$.

قــوة الطـفـو :

القوة الرأسية المؤثرة في الجسم المغمور في مائع إلى أعلى .
نشأتها: زيادة الضغط الناجمة عن زيادة العمق تولد القوة الرأسية ... واتجاهها إلى الأعلى ...

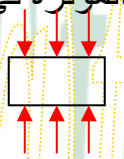
وزن المائـع المـزاح = قـوة الطفـو

$F_{الطفو} = \rho_{المائع} Vg$

$F_{الطفو}$: قوة الطفو(N). $\rho_{المائع}$: كثافة المائع(kg/m^3). V: حجم الجسم المغمور في المائع(m^3). g:تسارع الجاذبيةالأرضية(m/s^2).

القوى المؤثرة على جسم مغمور في مائع :-

1) محصلة القوى الأفقية = صفراً
لأن القوى العمودية المؤثرة في الجوانب الأربعة متساوية في جميع الاتجاهات .
2) محصلة القوى العمودية = قوة الطفو
لأن القوة العمودية إلى أعلى المؤثر في قاع الجسم أكبر من القوة العمودية إلى أسفل المؤثرة في سطحه العلوي .



هل يغوص الجسم أم يطفو :

يجب أن نأخذ بعين الاعتبار كل القوى المؤثرة في الجسم .
فقوة الطفو تدفع الجسم إلى أعلى ولكن وزن الجسم يسحبه إلى أسفل .
ويحدد الفرق بين قوة الطفو ووزن الجسم ما إذا كان الجسم سيغوص أم يطفو .

يغطس	يبقى عالقاً	يطفو
كثافة الجسم < كثافة المائع	كثافة الجسم = كثافة المائع	كثافة الجسم> كثافة المائع
وزن الجسم < قوة الطفو	وزن الجسم = قوة الطفو	وزن الجسم > قوة الطفو
حجم الجسم = حجم السائل المزاح	حجم الجسم = حجم السائل المزاح	حجم الجزء المغمور من الجسم = حجم السائل المزاح
$F_{الظاهري} = F_g - F_{الطفو}$	$F_{الظاهري} = 0$, $F_{الطفو} = F_g$	$F_{الظاهري} = 0$, $F_{الطفو} = F_g$

مبدأ أرخميدس :-

الجسم المغمور في مائع تؤثر فيه قوة رأسية إلى أعلى تساوي وزن المائع المزاح .

$F_{الطفو} = F_g - F_{الظاهري}$

$F_{الطفو}$: قوة الطفو (N). F_g: الوزن الحقيقي في الهواء (N). $F_{الظاهري}$: وزن الجسم المغمور في المائع(N) .

الوزن الظاهري للجسم المغمور في مائع :-

- الوزن الظاهري لجسم مغمور في مائع أقل من وزنه الحقيقي .
- الوزن الظاهري لجسم عالق في مائع = صفراً .
- الوزن الظاهري للجسم ((القوة المحصلة الرأسية إلى أسفل)) تتناسب طردياً مع حجم الجسم .
- حجم المائع المزاح بواسطة الجسم = حجم الجزء المغمور من الجسم في المائع .

تطبيقات على مبدأ أرخميدس :

- الغواصات : عند ملء الحجرات بالماء يزداد معدل كثافة الغواصة لذلك تغطس وعند تفريغها تطفو .
- السفينة المصنوعة من الفولاذ تطفو على سطح الماء علل لأن جسم السفينة مفرغاً وكبيراً ، لذا فمعدل كثافة السفينة أقل من كثافة الماء لذلك تطفو .
- الأسماك : لدى بعض الأسماك مثانة للعوم تقلصها لتغطس وتنفخها لتطفو .

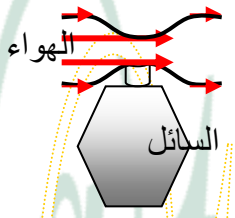
الموائـــــع المتحركـــــة

مبدأبرنولي : عندما تزداد سرعة المائع يقل ضغطه .

مقدار ثابت $= P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh$

مبدأ برنولي تمثيل لمبدأ حفظ الشغل و الطاقة عند تطبيقه على الموائع .

إذا نقصت مساحة الأنبوب فإن سرعة التدفق خلاله تزيد فينقص ضغطه .



تطبيقاته:

مرش الطلاء ... مرذاذ العطر ... المازج في محرك البنزين ...

فكرة عمل المرذاذ :

- يندفع الهواء بسرعة عبر الأنبوب الضيق فينقص ضغطه .
- يندفع السائل من داخل الزجاجة إلى منطقة الضغط المنخفض نتيجة لفرق الضغط بين المنطقتين .

[ينهار المنزل من الداخل إلى الخارج عندما يمر إعصار فوقه] علل وفقاً لمبدأ برنولي يقل الضغط خارج المنزل بسبب زيادة سرعة الهواء ويصبح الضغط داخل المنزل أكبر .

خطوط الانسياب :

الخطوط التي تمثل تدفق الموائع حول الأجسام .

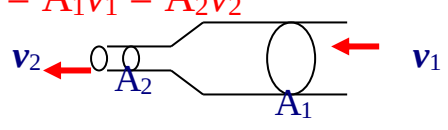
[ينطبق مبدأ برنولي على الجريان الانسيابي فقط ولا ينطبق على الجريان المضطرب]

ملاحـــظات :

- إذا ضاق المجرى تزداد السرعة فينقص الضغط فتتقارب خطوط الانسياب .
- إذا كانت خطوط الانسياب دقيقة ومحددة كان التدفق انسيابي .
- إذا تحركت خطوط الانسياب حركة ملتفة كان التدفق مضطرباً .

معادلة الاستمرارية : كمية السائل المتدفق خلال أي نقطة في مساره خلال وحدة الزمن تكون ثابتة خلال أي مقطع من مقاطع أنبوبة السريان .

$\frac{V}{t} = A_1 v_1 = A_2 v_2$



V: حجم المائع المتدفق (m^3). t: الزمن (s).

A: مساحة مقطع الانبوب(m^2). v: سرعة المائع(m/s)

يسمى المقدار V/t: التدفق وحدته m^3/s

المـــواد الـصلـبـة

مقارنة بين المواد الصلبة والمواد السائلة :

المـــواد الـصلـبـــة	المـــواد الســـائـلة
قـاســـيـة	غير قاسية ولها خاصية التدفق
يمكن أن تقطع عدة قطع	لا يمكن أن تقطع عدة قطع
تحتفظ بشكلها	لا تحتفظ بشكلها
يمكن دفعها	لا يمكن دفعها لأن اليد تتحرك خلالها

تعريف الشبكة البلورية :

نمط ثابت ومنتظم يتشكل عندما تنخفض درجة حرارة السائل بحيث يقل متوسط الطاقة الحركية لجزيئاته .

المـــواد الـصلـبـة البـلـوريـة	المـــواد الـصلـبـة غير البـلـوريـة
مواد صلبة متجمدة	سوائل لزجة بطيئة التدفق
جزيئاتها مصطفة بأنماط مرتبة ومنتظمة	جزيئاتها ليس لها ترتيب منتظم
لها حجم وشكل محددان	لها حجم وشكل محددان
الجليد – الكوارتز البلوري	الزبدة - الكوارتز الزجاجي

[الكوارتز البلوري و الكوارتز غير البلوري متماثلان كيميائياً ومختلفان في خصائصهما الفيزيائية] .

الضغط و التجمد :

عندما يتحول سائل إلى مادة صلبة فإن جزيئاته عادة تُعيد ترتيب نفسها لتصبح قريبة بعضها من بعض أكثر مما كانت عليه في الحالة السائلة ... لذلك المواد الصلبة أكثر كثافة من السوائل .

[تزداد درجة التجمد بزيادة الضغط على سطح السائل .]

[تنخفض درجة تجمد الماء قليلاً بزيادة الضغط] علل لأن الماء يتمدد عند تجمده فإن الزيادة في الضغط تجبر الجزيئات على الاقتراب بعضها من بعض لتقاوم التجمد .

[تتكون طبقة رقيقة من الماء السائل بين الزلاجات و الجليد] علل لأن الطاقة الحرارية المتولدة نتيجة الاحتكاك بين الزلاجات والجليد كافية لصهر الجليد .

مرونة المـواد الـصلـبة :

من الممكن أن تؤدي القوى الخارجية المؤثرة في الأجسام الصلبة إلى انحناء هذه الأجسام ...
وتسمى قدرة الأجسام الصلبة على العودة إلى شكلها الأصلي عند زوال تأثير القوى الخارجية بمرونة المواد الصلبة .

[لا يعود الجسم إلى شكله الأصلي إذا حدث تشوه كبير لأنه قد تجاوز حد مرونته .]

[تعتمد المرونة على القوى الكهرومغناطيسية التي تحافظ على بقاء جزيئات المادة معاً .]

قابلية الطرق و قابلية السحب خاصيتان تعتمدان على تركيب المادة و مرونتها

- فالذهب قابل للطرق فيمكن تشكيله على صورة رقائق دقيقة جداً .
- والنحاس قابل للسحب فيمكن سحبه على شكل أسلاك .

التمدد الحراري للمواد الصلبة

وصلات التمدد : فجوات صغيرة ((فواصل)) تترك بين أجزاء الجسور الخرسانية و الفولاذية .

[يترك المهندسون فجوات بين أجزاء الجسور الخرسانية والفولاذية] علل
للسماح بتمدد أجزاء الجسر في أيام الصيف فلا يتقوس أو تتحطم أجزاؤه .

تستخدم المواد المصممة لتتمدد حرارياً بأقل مايمكن في ...

- صنع زجاج الأفران ...
- صنع مرايا التلسكوبات الكبيرة ...

التغير في طول المادة الصلبة يتناسب طردياً مع ...

- التغير في درجة الحرارة ...
- طول الجسم ...

معمل التمدد الطولي : التغير في الطول مقسوماً على طول الجسم والتغير في درجة الحرارة .

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T}$$

α : معامل التمدد الطولي ($^{\circ}c^{-1}$) . ΔL : التغير في الطول(m) . L_1 : طول الجسم (m) . ΔT : التغير في درجة الحرارة($^{\circ}c$)

معامل التمدد الحجمي : التغير في الحجم مقسوماً على حجم الجسم والتغير في درجة الحرارة .

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}$$

β : معامل التمدد الحجمي ($^{\circ}c^{-1}$) . ΔV : التغير في الحجم (m^3) . V_1 : حجم الجسم (m^3) . ΔT : التغير في درجة الحرارة($^{\circ}c$)

العلاقة بين معاملي التمدد الحجمي و الطولي : $\beta = 3\alpha$

[للفولاذ و الاسمنت المستخدم في المباني معمل التمدد نفسه] علل
حتى يتمددان بنفس الدرجة فلا تتصدع المباني في الأيام الحارة ...

[يستخدم طبيب الأسنان المواد التي يحشو بها الأسنان بحيث تتمدد وتتقلص بالمعدل نفسه لتمدد ميناء الأسنان]

المـزدوج الحـراري

شريحة ثنائية المعدن تستخدم في منظمات الحرارة .

مكوناته :
شريحة من النحاس الأصفر مثبتة بجوار شريحة من الحديد .

يستخدم المزدوج الحراري في منظمات الحرارة ((الثرموستات)) في أجهزة التدفئة و التبريد .

عمله :
عند التسخين يتمدد النحاس الأصفر أكثر من تمدد الحديد فينحني الشريط .

- في أجهزة التدفئة :

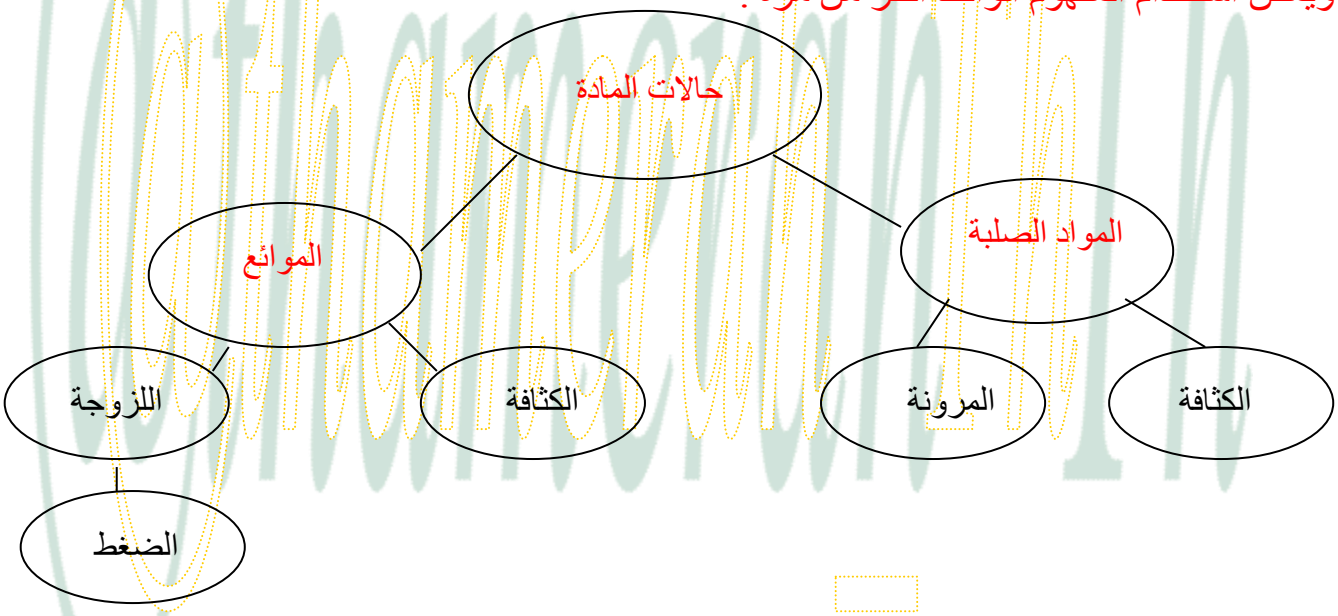
إذا بردت الغرفة ينحني في اتجاه نقطة التوصيل الكهربائي فيُشغّل المسخن وحينما تصل درجة الحرارة إلى الدرجة المحددة في الثيرموستات ينحني في الاتجاه المعاكس فيوقف عمل المسخن .

- في أجهزة التبريد :

إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى حد معين في الثرموستات ينحني الشريط لإحداث توصيل كهربائي يُشغل المبرد وعندما تنخفض الحرارة عن حد معين ينحني في الاتجاه المعاكس فيوقف عمل المبرد .

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه مستخدماً المصطلحات التالية : الكثافة ، اللزوجة ، المرونة ، الضغط . ويمكن استخدام المفهوم الواحد أكثر من مرة .



2) كيف تختلف القوة عن الضغط ؟

تعتمد القوة فقط على دفع الجسم أو سحبه في حين يعتمد الضغط على القوة كما يعتمد على المساحة التى تؤثر فيها القوة .

3) ما أوجه التشابه و الاختلاف بين الغازات و البلازما ؟

كلاهما ليس له حجم أو شكل محدد ، جسيمات البلازما ذات طاقة عاليه جداً وتستطيع البلازما إيصال الكهرباء.

4) قارن بين ضغط الماء على عمق 1m تحت سطح بركة صغيرة وضغط الماء عند العمق نفسه تحت سطح بحيرة ؟

حجم الماء أو شكله غير مهمين بل المهم هو العمق فقط لذلك يكون الضغط متساوياً في كلتا الحالتين .

5) يستقر صندوق على شكل متوازي مستطيلات على وجهه الأكبر على طاولة .فإذا أُدير الصندوق بحيث أصبح يستقر على وجهه الأصغر ، فهل يزداد الضغط على الطاولة ، أم ينقص ،أم يبقى دون تغيير ؟

يزداد الضغط ويبقى الوزن كما هو فالضغط هو الوزن المؤثر في وحدة المساحة

6) الكتاب المقرر كتاب الفيزياء كتلته 0.85kg ، وأبعاد سطحه 24.0cm×20.0cm ،يستقر على سطح طاولة

a- ما القوة التي يؤثر بها الكتاب في الطاولة ؟ نحول الإبعاد من cm إلى m.

$$F = mg = (0.85)(9.8) = 8.3\ N$$

b- ما الضغط الذي يؤثر به الكتاب ؟ $A = 0.048\ m^2$

$$P = F/A = (8.3)/(0.048) = 172.9\ Pa$$

7) الخزان ، إذا كان عمق خزان خلف السد 17m، فما ضغط الماء عند المواقع المختلفة الآتية ؟

a- عند قاعدة السد ؟

$$P = \boldsymbol{p}\ h\ g = (1000)\ (17\ )\ (9.8\ ) = 166600 = 1.7 \times 10^{5}\ Pa$$

b- على عمق 4.0 m من سطح الماء ؟

$$P = \boldsymbol{p}\ h\ g = (1000)\ (4)\ (9.8) = 39200 = 3.9 \times 10^{4}\ Pa$$

8) خلال تجربة في علم البيئة وضع حوض لتربية الأسماك مملوء حتى منتصفه بالماء على ميزان ، فكانت قراءة الميزان 195 N.

a- أُضيف حجر وزنه 8N إلى حوض ، فإذا غطس الحجر إلى قاع الحوض ، فما قراءة الميزان ؟

$$195 + 8 = 203\ N$$

b- أُزيل الحجر من الحوض ، وعدّلت كمية الماء حتى عادت قراءة الميزان ثانية 195N، فإذا أضيفت سمكة تزن 2 N إلى الحوض ، فما قراءة الميزان في حالة وجود السمكة في الحوض ؟

$$195 + 2 = 197\ N$$

9) إذا كان طول قضيب مصنوع من معدن مجهول 0.975m عند $45^{0}C$ ، وتناقص طوله ليصبح 0.972m عند $23^{0}C$، فما معامل تمدده الطولي ؟

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L\ \Delta T} = \frac{(0.975) - (0.972)}{(0.975)\ (22)} = \frac{0.003}{21.45} = 0.000139 = 1.4 \times 10^{-4}\ \ ^{\circ}C^{-1}$$

10) ما التغير في حجم قالب من الأسمنت حجمه $1.0m^{3}$ إذا ارتفعت درجة حرارته بمقدار $45^{0}C$؟

$$\beta = \frac{\Delta V}{V\ \Delta T}$$

معامل التمدد الحجمي للأسمنت $= 36 \times 10^{-6}$

$$\Delta V = V\ \Delta T\ \beta = (1)\ (45)\ (36 \times 10^{-6}) = 0.00162 = 1.6 \times 10^{-3}\ m^{3}$$

الاختبار المقنن(الفصل 6)

1) غاز حجمه 10.0L محصور في اسطوانة قابلة للتمدد ، فإذا تضاعف الضغط ثلاث مرات وازدادت درجة الحرارة 80% ... عند قياسها بمقياس كلفن ، فما الحجم الجديد للغاز ؟

a- 2.70 L c- 16.7 L

b- 6.00 L ☆ d- 54.0 L

2) حجم عينة من غاز النيتروجين يساوي 0.080 m^3 عند ضغط جوي معياري 101.3 kPa ... فإذا كان يوجد 3.6 mol من الغاز ... فما مقدار درجة الحرارة ؟

× 10^3Pa

$P V = n R T$

$(101.3\times10^3)(0.080) = (3.6)(8.31)\,T$

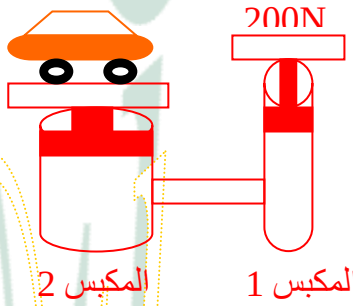
$T = \frac{(101.3\times10^3)(80)(10)(100)}{(1000)(36)(831)} = \frac{8104\times10^3}{29916}$

$= \frac{8104}{30} = 270$ k

a- 0.27 k c- 0.27^0C

b- 270 k ☆ d- 270^0 C

3) يؤثر عامل بقوة مقدارها 200.0 N في مكبس مساحته $5.4\ cm^2$، فإذا كان هذا المكبس هو المكبس الأول لرافعة هيدروليكية ... كما هو موضح في الرسم أدناه فما مقدار الضغط المؤثر في المائع الهيدروليكي ؟



a- 3.7×10^1Pa c- 3.7×10^3 Pa

b- 2.0×10^3Pa d- 3.7×10^5Pa ☆

$P = F/A = (200)/(5.4\times10^{-4}) = 3.7\times10^5$ Pa

4) إذا كان المكبس الثاني في الرسم أعلاه يؤثر بقوة مقدارها 41000N فما مساحة المكبس الثاني ؟

$F_1/A_1 = F_2/A_2 \Rightarrow A_2 = F_2A_1/F_1$

$A_2 = \frac{(41000)(54)}{(200)\times10^5} = \frac{2214}{2\times10^4} = \frac{1107}{10^4} = 0.11\ m^2$

a- 0.0049 m^2 c- 0.11 m^2 ☆

b- 0.026 m^2 d- 11 m^2

5) ما مقدار الوزن الظاهري لنموذج مصنوع من خشب خاص كثافته $1.10g/cm^3$... إذا أزاح 786ml ماء ، عندما غُمر في بحيرة من الماء العذب ؟

a- 0.770N ☆ c- 7.70 N

b- 0.865N d- 8.47N

6) ما مقدار قوة الطفو لجسم كتلته 17 kg إذا أزاح 85L من الماء ؟ نحول الـ L إلى m^3

$F_{الطفو} = \rho V g$

$= (1000)(85/1000)(9.8) = 833 = 8.3\times10^2 N$

a- 1.7×10^2 N b- 8.3×10^2 N ☆ c- 1.7×10^5 N d- 8.3×10^5 N

7) أي الأجسام الآتية لا يحتوي على مادة في حالة البلازما ؟

a- إضاءة النيون c- البرق

b- النجوم d- المصابيح العادية ☆

8) ما كتلة عينة من غاز ثاني أكسيد الكربون حجمها 365 ml عند ضغط جوي 3.0 (1atm = 101.3 kPa) ودرجة حرارة 24 ^0C، إذا علمت أن الكتلة المولية لثاني أكسيد الكربون 44.0 g/mol ؟

a- 0.045 g c- 45 g

b- 2.0 g ☆ d- 2.0 kg

9) بالون مملوء بالهواء حجمه 125 ml عند ضغط جوي معياري 101.3 kPa، فإذا استقر البالون على عمق 1.27 m تحت سطح الماء في بركة سباحة ، كما في الشكل ، فما الحجم الجديد للبالون ؟

$P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$, $P_2 = P_o + \rho h g$

$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_o + \rho h g}$

$= \frac{(101.3\times10^3)(125)}{(101.3\times10^3) + (1.00\times10^3)(1.27)(9.80)}$

$= \frac{(101)(125)}{(101) + (1.27)(9.80)}$

$= \frac{12625}{113.4460} = 111$ ml

الاهتـزازات و الـمــوجـات

الحركة الدورية :

لعلك شاهدت بندول ساعة يتأرجح ذهاباً و إياباً ولاحظت أن كل تأرجح يتبع المسار نفسه وتحتاج كل رحلة ذهاب و إياب إلى المقدار نفسه من الزمن ... تعتبر هذه الحركة مثالاً على الحركة الاهتزازية .

تعريف الحركة الدورية (الاهتزازية) :

أي حركة تتكرر في دورة منتظمة .

أمثلتها : بندول ساعة يتأرجح ذهاباً وإياباً ... تذبذب جسم مثبت بنابض إلى أعلى و أسفل .

حـالـة الاتزان :

الجسم المتحرك حركة دورية له موضع واحد تكون عنده القوة المحصلة المؤثرة في الجسم تساوي صفراً ويكون الجسم في ذلك الموضع في حالة اتزان .

[عند سحب الجسم بعيداً عن موضع اتزانه فإن القوة المحصلة المؤثرة لا تساوي صفراً ... تعمل على إعادة الجسم في اتجاه موضع الاتزان ...]

الحركة التوافقية البسيطة :

الحركة التى تحدث عندما تتناسب القوة المعيدة المؤثرة في الجسم طردياً مع إزاحة الجسم عن وضع الاتزان .

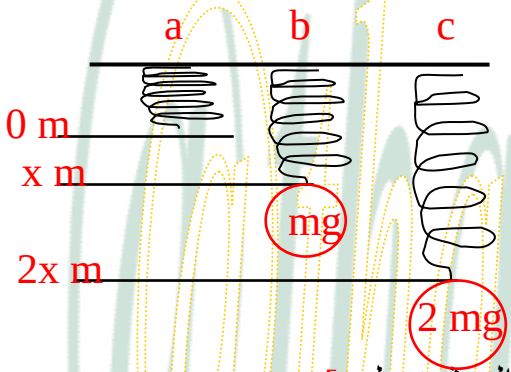
[توصف الحركة التوافقية البسيطة بكميتين :- الزمن الدوري T وسعة الاهتزازة A]

الزمن الدوري :- الزمن الذي يحتاج إليه الجسم ليكمل دورة كاملة من الحركة ذهاباً و إياباً .

سعة الاهتزازة :- أقصى مسافة يتحركها الجسم مبتعداً عن موضع الاتزان .

الكتلـة المـعلقـة بالنــابـض

المرونة: هي خاصية للأجسام تتغير بها أشكالها عندما نؤثر عليها بقوة ما وبها أيضاً تعود الأجسام إلى أشكالها الأصلية عندما تزول القوة المؤثرة عليها .



كيف يتفاعل النابض مع القوة المؤثرة فيه ؟

1) النابض في الموضع a لا يستطيل ... لأنه لايوجد قوة تؤثر فيه .

2) في الموضع b النابض نفسه معلقاً في نهايته جسم وزنه mg... وقد استطال النابض مسافة x... بحيث تُوازن قوة النابض المؤثرة إلى أعلى قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة إلى أسفل .

3) في الموضع c النابض نفسه مستطيلاً مسافة 2x ... وذلك عند تعليق ضعف الوزن السابق 2mg في نهايته .

[باستخدام خاصية المرونة تبين أن استطالة النابض تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة عليه]

وهـذا يـتـفـق مـع قـانــون هــوك

قانون هـوك :-

القوة التى يؤثر بها نابض تتناسب طردياً مع مقدار استطالته .

$$F = - K \Delta X$$

F: القوة التي يؤثر بها النابض (N) . K: ثابت النابض (N/m) . ΔX : إزاحة النابض (m).

إزاحة النابض : المسافة التي يستطيلها أو ينضغطها النابض عن موضع اتزانه .

[ثابت النابض يعتمد على صلابته وخصائص أخرى له]

معظم النوابض تحقق قانون هوك ... وتسمى عندها النوابض المرنة

الإجهاد :- القوة المؤثرة على وحدة المساحات. $\sigma = \frac{F}{A}$ وحدته (N/m^2)

الانفعال:- هو استجابة الجسم النسبية للإجهاد المؤثر ... (ليس له وحدة)

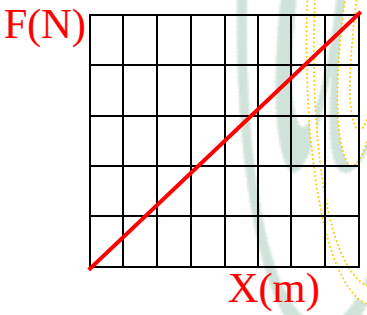
انفعال طولي:التغير في طول المادة بالنسبة لطول الأصلي $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$ انفعال حجمي:تغير في الحجم بالنسبة للحجم الأصلي $\varepsilon = \frac{\Delta V}{V}$

انفعال قص .

معامل يونج :- النسبة بين الإجهاد والانفعال . $Y = \frac{F\,L}{A\,\Delta L}$ وحدته (N/m^2)

طـاقـة الــوضـع :-

عندما تؤثر قوة ما لاستطالة نابض مثل تعليق جسم في نهايته فسيكون هناك علاقة طردية خطية بين القوة المؤثرة واستطالة النابض .



- ميل الخط البياني في العلاقة بين القوة المؤثرة على النابض واستطالته يمثل ثابت النابض .
- المساحة تحت المنحنى تساوي عددياً الشغل المبذول لاستطالة النابض.
- المساحة تحت المنحنى تساوي عددياً طاقة الوضع المرونية المخزنة في النابض .

طاقة الوضع المرونية في النابض

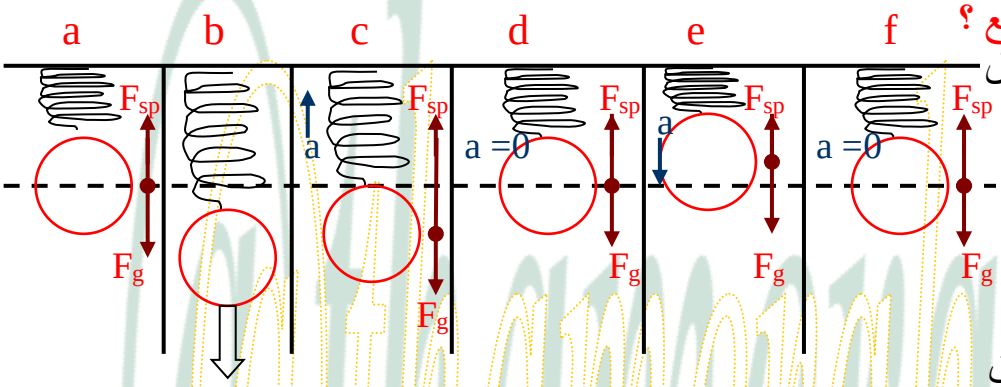
$$PE_{sp} = \tfrac{1}{2}\, K\, X^2$$

PE_{sp}: طاقة الوضع المرونية في النابض (J) . K: ثابت النابض (N/m). X:إزاحة النابض (m).

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

وحدة طاقة الوضع (N.m) أو (J).

كيف تعتمد القوة المحصلة على الموضع ؟



a: عند تعليق جسم بنهاية نابض يستطيل النابض حتى تُوازن القوة الرأسية إلى أعلى F_{sp} وزن الجسم F_g... وسيكون الجسم عندئذ في موضع انزانه ...

b: إذا سحب الجسم المعلق إلى أسفل تزداد قوة النابض متجهة قوة محصلة إلى أعلى تساوي قوة السحب عن طريق يدك إضافة إلى وزن الجسم ...

c: عندما تترك الجسم حراً فإنه يتسارع إلى أعلى وعند حركة الجسم إلى أعلى تتناقص استطالة النابض لذا تتناقص القوة المتجهة إلى أعلى ...

d: تتساوى قوة النابض إلى أعلى مع وزن الجسم وتصبح القوة المحصلة صفراً فلا يتسارع النظام ... ويستمر الجسم في حركته إلى أعلى فوق موضع الإتزان ....

e: تكون محصلة القوة معاكسة لاتجاه إزاحة الجسم ... وتتناسب طردياً معها لذا يتحرك الجسم حركة توافقية بسيطة ويعود إلى موضع اتزانه ...

*عندما تُحرر القوة الخارجية الجسم الذي كانت تُمسكه c تكون القوة المحصلة المؤثرة في الجسم والتسارع أكبر مايمكن ... أما السرعة المتجهة فتساوي صفراً ...

*عندما يمر الجسم بنقطة الاتزان d تصبح القوة المحصلة المؤثرة فيه صفراً. وكذلك التسارع ..

هل يتوقف الجسم؟

لا.. لان الجسم يحتاج إلى أن تؤثر فيه قوة محصلة إلى أسفل لإبطاء حركته ... وهذا لن يحدث مالم يرتفع الجسم فوق موضع الاتزان ...

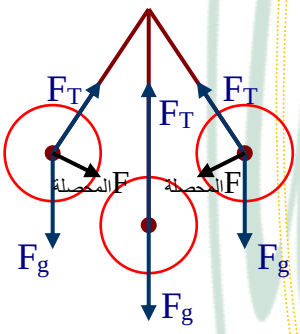
* عندما يصل الجسم إلى أعلى نقطة في اهتزازته تعود القوة المحصلة و التسارع إلى قيمتيهما العظميين وتصبح السرعة المتجهة صفراً ... فيتحرك الجسم إلى أسفل ماراً بموضع الاتزان إلى نقطة البداية ... ويستمر بهذه الطريقة الاهتزازية ...

يعتمد الزمن الدوري للاهتزازة (T) على :- كتلة الجسم .... مرونة النابض ...

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

البـــنـدول البـسـيط

أداة توضح الحركة التوافقية البسيطة ... يتكون من جسم ثقيل معلق بخيط ...



طريقة عمله :

ثقل البندول يُسحب جانباً ثم يُترك فيتأرجح جيئةً و ذهاباً ...

- يؤثر الخيط بقوة شد F_T في ثقل البندول .. وتؤثر الجاذبية الأرضية أيضاً في الثقل بقوة F_g ...
- الجمع الاتجاهي لهاتين القوتين يمثل القوة المحصلة ... تم تمثيلها في 3 مواضع مختلفة ... كما في الشكل ...
- في الموضعين الأيمن و الأيسر تكون القوة المحصلة المؤثرة في ثقل البندول وتسارعه أكبر ما يمكن ... بينما سرعته المتجهة صفراً ...
- في الموضع الوسط (الاتزان) تكون القوة المحصلة و التسارع صفراً ... بينما السرعة المتجهة أكبر ما يمكن ..

نلاحظ أن القوة المحصلة هي قوة إرجاع (علل) تكون دائماً معاكسة لاتجاه إزاحة ثقل البندول ... وتعمل على إرجاع الثقل إلى موضع اتزانه ...

[عندما تكون زاوية ميل خيط البندول صغيرة فإن ... قوة الإرجاع تتناسب طردياً مع الإزاحة ... حركة البندول حركة توافقية بسيطة .]

الزمن الدوري للبندول بمعلومية طول خيطه :-

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

T: الزمن الدوري للبندول (s) . L: طول خيط البندول (m) . g: تسارع الجاذبية الأرضية (m/s^2).

[يعتمد الزمن الدوري للبندول البسيط على طول الخيط L وتسارع الجاذبية الأرضية g ... ولا يعتمد على كتلة ثقل البندول وسعة الاهتزازة ...]

الـرنـيـن:-

لكي تجعل أرجوحة تتأرجح وأنت جالس عليها قم بدفعها بالانحناء إلى الخلف وسحب الحبل (أو السلسلة) من النقطة نفسها في كل شوط ... أو أن يدفعك زميلك دفعات متكررة في اللحظات المناسبة ..

=> الرنين حالة خاصة تُعد شكلاً مميزاً للحركة التوافقية البسيطة ...

يحدث الرنين عندما تُطبق قوى صغيرة في فترات منتظمة على جسم مهتز ...

يؤدي الرنين إلى زيادة سعة الاهتزاز ...

أمـثـلته :

- أرجحة السيارة إلى الأمام والخلف من أجل تحرير عجلاتها من الرمل المنغمرة فيه .
- القفز المتواتر عن لوح القفز أو الغوص .

[الفترة الزمنية الفاصلة بين تطبيق القوة على الجسم المهتز مساوية للزمن الدوري للذبذبة]

خصـائـــص المـوجـات

تحمل كل من الجسيمات المادية و الموجات طاقة ... ولكن هناك اختلافاً مهماً بينهما في كيفية حمل الطاقة ...
الكرة جسيم مادي فإذا قذفتها نحو زميلك تنتقل من يدك إلى يده حاملة معها طاقة ...
أما إذا أمسكت أنت و زميلك بطرفي حبل و هززت الطرف الذي تمسكه بسرعة ... سيبقى الحبل بيدك ولا تنتقل مادته إلى زميلك ... ولكن الطاقة تنتقل في الحبل خلال الموجه التي أحدثتها ...

المـوجـة :-

اضطراب يحمل الطاقة خلال المادة أو الفراغ ولا ينقل جزيئات الوسط الناقل .

المـوجـات المـيـكـانـيـكـيـة :

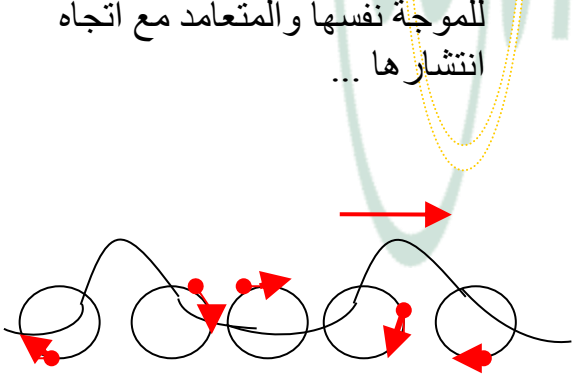
تُعد موجات الماء وموجات الصوت و الموجات التى تنتقل خلال حبل أو نابض أشكالاً للموجات الميكانيكية ...
تحتاج الموجات الميكانيكية إلى وسط ناقل مثل الماء أو الهواء أو الحبال أو النوابض ...

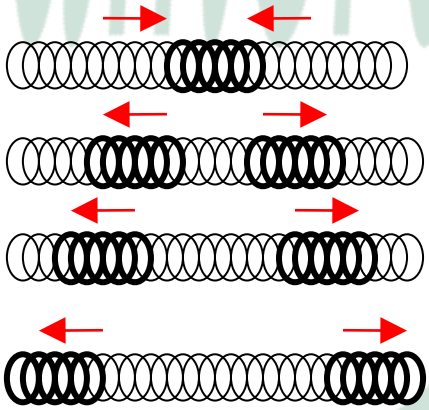
أنـواع المـوجـات المـيـكـانـيـكـيـة:-

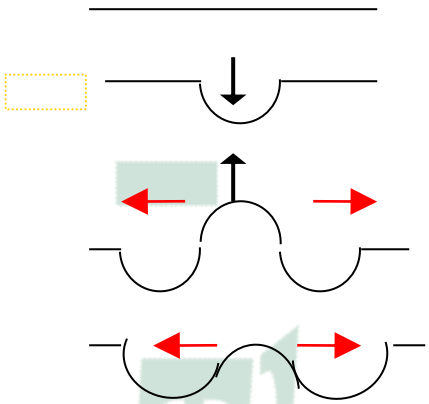
الموجات المستعرضة
موجة تتذبذب عمودياً على اتجاه انتشار الموجة ....

الموجات الطولية
موجة ينتقل فيها الاضطراب في اتجاه حركة الموجة نفسها ....

الموجات السطحية
موجة ناتجة عن حركة دقائق الوسط في كلا الاتجاهين:الموازي للموجة نفسها والمتعامد مع اتجاه انتشارها ...







لها نفس خصائص الموجات المستعرضة و الموجات الطولية ...

نبضة الموجة : نبضة مفردة أو اضطراب مفرد ينتقل خلال الوسط .

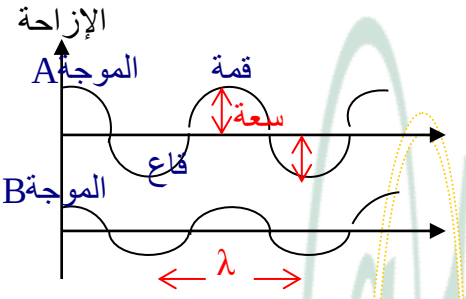
قيـاس المـوجـة

خصائص الموجات :
السرعة – السعة – الطور – الطول الموجي – الزمن الدوري – التردد .

سرعة الموجة: هي المسافة التي تقطعها الموجة في وحدة الزمن .
سرعة معظم الموجات الميكانيكية تعتمد على خصائص الوسط الذي تنتقل خلاله...
(سرعة موجة النابض تعتمد على مقدار شدة وعلى كتلة وحدة الأطوال)...

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

v: سرعة الموجة (m/s). Δd : إزاحة قمة الموجة (m). Δt : الزمن (s).



سعة الموجة :

الإزاحة القصوى للموجة عن موضع سكونها أو اتزانها .

- سعة الموجة تعتمد على كيفية توليدها ولا تعتمد على سرعتها.
- يجب أن يبذل شغل أكبر لتوليد موجة سعتها كبيرة .
- تنقل الموجة ذات السعة الكبيرة طاقة أكبر .
- إذا تحركت الموجات بالسرعة نفسها فإن معدل نقلها للطاقة يتناسب طردياً مع مربع سعتها .

[مضاعفة سعة إحدى الموجات يضاعف الطاقة التي تنقلها أربع مرات في الثانية الواحدة]

الطول الموجي :

أقصر مسافة بين أي نقطتين بحيث يتكرر فيها نمط الموجة نفسه . رمزه (λ) لمدا .

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

[الطول الموجي يعادل المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين]

الطور :

الاتفاق في الطور

- أي نقطتين في الموجة بينهما مسافة تعادل مضاعفات صحيحة للطول الموجي يكونان في الطور نفسه ...
- إذا كان لجسمين في وسط ما الإزاحة نفسها عن موضع الاتزان والسرعة المتجهة نفسها فإن لهما الطور نفسه ...

الاختلاف في الطور

- إذا كان الجسيمان في وسط ما متعاكسين في في الإزاحة عن موضع الاتزان وفي السرعة المتجهة فإنهما مختلفين في الطور بـ 180° .
- الاختلاف في الطور بين القمة والقاع 180° .

الزمن الدوري :-

الزمن الذي يحتاج إليه الجسم للتذبذب حتى يُكمل دورة كاملة .

- الزمن الدوري للموجة = الزمن الدوري للمصدر .
- الزمن الذي تتطلبه النقطة حتى تعود إلى طورها الابتدائي يُعادل الزمن الدوري .

تردد الموجة :

عدد الاهتزازات الكاملة التي يتمها الجسم المهتز في الثانية الواحدة .

$$\text{التردد} = \frac{\text{عدد الاهتزازات}}{\text{الزمن}} \quad ، \quad T = \frac{1}{f} \quad => \quad f = \frac{1}{T}$$

الزمن : (s). f: التردد (Hz) . T: الزمن الدوري (s).

الزمن الدوري وتردد الموجة يعتمدان على مصدر الموجة .. ولا يعتمدان على الوسط ولا على سرعة الموجة ..

التردد وطول الموجة :

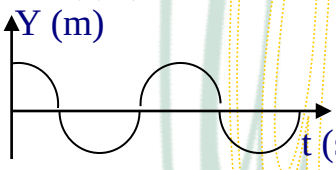
طول الموجة يتناسب عكسياً مع التردد (إذا نقص أحدهما زاد الآخر) .

لزيادة طول الموجة يجب أن يكون التردد صغيراً ...

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\lambda = v\,T$$

λ : طول الموجة (m) . v: سرعة الموجة (m/s) . f: تردد الموجة (Hz) . T: الزمن الدوري (s) .



تمثيل الموجات :

الموجات المستعرضة تمثل بيانياً عن طريق رسم الإزاحة بوضعها متغيراً مع الزمن .

طاقة الموجات :

- الموجات تحمل طاقة مما يمكنها من إنجاز شغل .
- العواصف الشديدة و الأعاصير القوية تسبب أضراراً هائلة .
- الموجات الضعيفة اليومية تسبب تأكلاً للمنحدرات و الشواطئ .

سلـوك المـوجـات

المـوجـات عند الحـواجـز :-

انعكاس الموجات : يحدث عندما تصل الموجة إلى حدود الوسط الذي تنتقل خلاله وتنعكس الموجة كلها أو جزء منها وترتد إلى الخلف داخل الوسط نفسه .

الموجة الساقطة : الموجة التي تصطدم بالحد الفاصل بين وسطين .

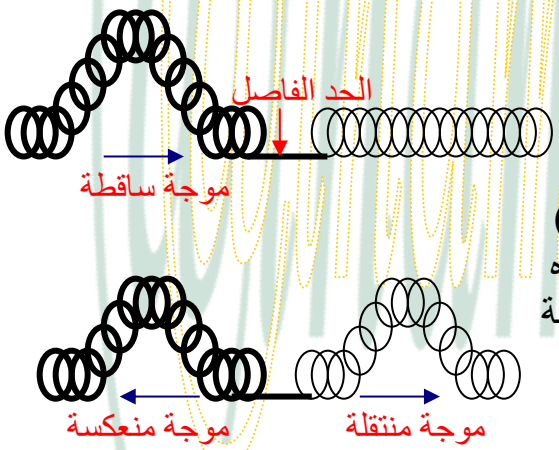
الموجة المنعكسة : الموجة المرتدة الناتجة عن انعكاس بعض طاقة نبضة الموجة الساقطة إلى الخلف .

انكسار الموجات : يحدث عندما تصل الموجة إلى حدود الوسط الذي تنتقل خلاله وتمر الموجة كلها أو جزء منها خلال الحد الفاصل إلى وسط آخر و يتغير اتجاهها عند الحد الفاصل .

عندما تمر الموجة خلال حد فاصل إلى وسط آخر مختلف ...

- تتغير سرعة الموجة واتجاهها وسعتها وطولها الموجي . - لا يتغير تردد الموجة .

[يمكن لموجتين أو أكثر أن تكونان في الوسط نفسه خلال الزمن نفسه .]



انتقال موجة خلال حد فاصل :

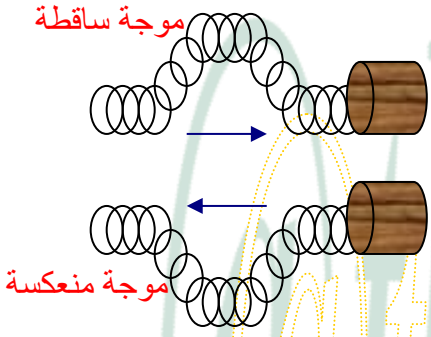
عند انتقال نبضة الموجة الساقطة من النابض الأسمك إلى النابض الأقل سمكاً ..

تقل سرعة نبضة الموجة المنتقلة – وتبقى معتدلة (متجهة لأعلى)

ينعكس جزء من طاقة نبضة الموجة الساقطة إلى الخلف في اتجاه النابض السميك على شكل موجة مرتدة (الموجة المنعكسة) معتدلة (متجهة لأعلى) .

(خصائص كلا النابضين تحدد اتجاه الموجة المنعكسة إذا كانت معتدلة أو مقلوبة)

[إذا كانت سرعة الموجات أكبر في النابض الأقل سمكاً ستنقلب الموجة]



انتقال نبضة في نابض متصل م حائط ...

تنعكس النبضة عن الحائط مرتدة إلى النابض ...

سعة النبضة المرتدة تساوي تقريباً سعة النبضة الساقطة .

تنعكس معظم طاقة الموجة إلى الخلف وقليل منها ينتقل إلى الحائط .

النبضة المنعكسة تكون مقلوبة (متجهة لأسفل) .

تـراكـــب الـمـــوجـــات

مبدأ تراكب الموجات :

الإزاحة الحادثة في الوسط و الناتجة عن موجة أو أكثر تساوي المجموع الجبري للإزاحات الناتجة عن كل موجة على حدة .

عندما تلتقي موجتان تتحركان في اتجاهين متعاكسين فإن هناك 3 احتمالات ...

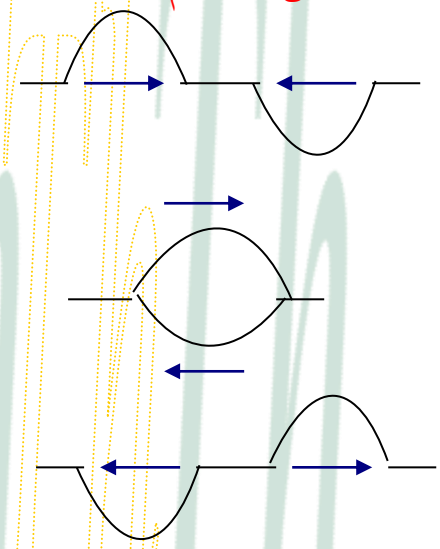
- أن تلغي إحداهما الأخرى .
- أن تنتج موجة لها سعة أقل من سعة كل منهما .
- أن تنتج موجة لها سعة أكبر من سعة كل منهما .

تداخل الموجات :-

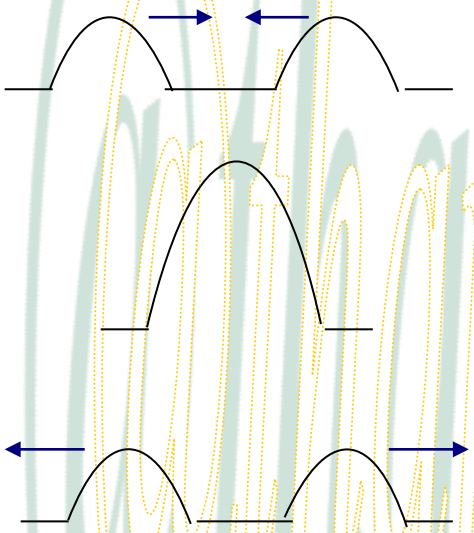
الأثر الناتج عن تراكب موجتين أو أكثر .

أنـــــواعـــــه :

تـــداخـــل هـــدام



تـــداخـــل بـنـــاء

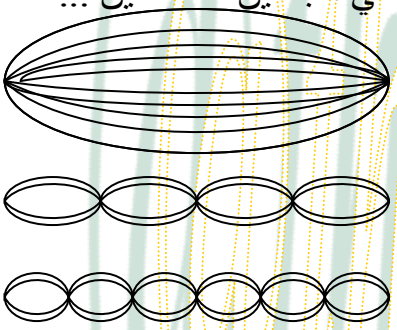


- ينتج عن تراكب موجات لها سعات متساوية في اتجاهات متعاكسة ...
- تتكون العقدة من التقاء قمة الموجة الأولى مع قاع الموجة الثانية في نفس الموقع ...
- تقل إزاحة الوسط عند النقاط كلها في منطقة التداخل ...
- النبضتان تواصلان حركتيهما بعد التداخل وتستعيدان شكليهما الأصلي ....

- ينتج عندما تكون إزاحات الموجات في الاتجاه نفسه ...
- سعة النبضة الناتجة من التداخل تساوي المجموع الجبري لإزاحتي النبضتين ...
- أكبر نبضة تتكون عندما تلتقي النبضتان ... وتسمى الطن ...
- النبضتان تواصلان حركتيهما بعد التداخل وتستعيدان شكلهما الأصلي ...

العقدة : النقطة الثابتة التي تلتقي فيها نبضتان موجيتان في الموقع نفسه حيث تصبح الإزاحة الناتجة صفراً ...
البطن : النقطة ذات الإزاحة الكبرى عند التقاء نبضتي موجة ...

الموجة الموقوفة (المستقرة) :-
الموجة التي تظهر واقفة وساكنة ... تتولد عند تداخل موجتين تتحركان في اتجاهين متعاكسين ...

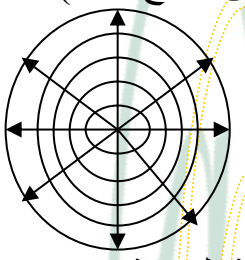


طريقة توليدها:
- نثبت طرف الحبل في نقطة ثابتة ونمسك الطرف الحر باليد .
- نبدأ بهز الطرف الحر من الحبل فتنطلق الموجات في الحبل من يدنا نحو الطرف الثابت .
- ترتد الموجات عند النهاية الثابتة وتنقلب وتعود نحو اليد .
- نجعل الزمن الدوري لاهتزاز اليد مساوياً لزمن الدورة الكاملة للموجة فتزداد سعتها .
- عند زيادة تردد اهتزاز الحبل يزداد عدد البطون والعقد .

[في حالة الموجة الموقوفة في نابض مثبت الطرفين عدد البطون أقل من عدد العقد بمقدار 1]

المـوجـــات في بـعـديــن

أنواع الموجات :
- موجات تتحرك في بُعد واحد(الحبل و النابض). - موجات تتحرك في بعدين (الموجات على سطح الماء).
- موجات تتحرك في ثلاثة أبعاد (الكهرومغناطيسية والصوت) .



تمثيل الموجات في بُعدين :
عند إحداث اضطراب بتردد ثابت في الماء الساكن ...
- تنتشر قمم و قيعان الموجات الدائرية الناتجة إلى الخارج في جميع الاتجاهات .
- يمكن تمثيل الموجات برسم دوائر متتابعة متحدة في مركزها تُعبر عن قمم الموجة تسمى مقدمة الموجة .
- ترسم مقدمات الموجة بقيم تبين طولها الموجي ولاتبين سعتها .

مقدمة الموجة : الخط الذي يمثل قمة الموجة في بعدين ...

الشعاع : الخط الذي يبين اتجاه الموجه المنتقلة و يرسم عمودياً على قمة الموجة ...

- تتحرك الموجات في اتجاه متعامد مع مقدمة الموجة.
- اتجاه حركة الموجات يُمثل بشعاع على شكل خط يصنع زاوية قائمة مع قمة الموجة .

انعكاس الموجات في بعدين

حوض الموجات: يستعمل لبيان خصائص الموجات المنتشرة في بعدين .

الانعكاس في حوض الموجات:- يحوي حوض الموجات طبقة ماء ضحلة .

- ألواح الاهتزاز تعمل على توليد نبضات موجية أو موجات ماء بتردد ثابت .

- عند إضاءة المصباح الموجود فوق الحوض يتكون ظل تحت الحوض يبين موقع قمم الموجات .

- اتجاه حركة الموجات تُمثل بالمخطط الشعاعي حيث يرسم شعاع ليمثل الموجة الساقطة وشعاع آخر يمثل الموجة المنعكسة .

العمود المقام: الخط الذي يبين اتجاه الحاجز في مخطط الأشعة ويرسم عمودياً على الحاجز.

زاوية السقوط: الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام .

زاوية الانعكاس: الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام .

قانون الانعكاس: زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

انكسار الموجات في بعدين

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

حوض الموجات:يستعمل لتمثيل سلوك الموجات عندما تنتقل من وسط إلى آخر .

الانكسار في حوض الموجات : - حوض الأمواج يحوي طبقة ماء ضحلة ويوضع لوحاً زجاجياً في جزء منه.

- سُمك طبقة الماء فوق اللوح الزجاجي أقل من سمكها في بقية الحوض

- تعمل ألواح الاهتزاز على توليد نبضات موجية أو موجات ماء بتردد ثابت .

- عند انتقال الموجة من الماء العميق إلى الماء الضحل فوق اللوح الزجاجي تنقص سرعتها ويتغير اتجاهها مع بقاء ترددها ثابتاً لذا ينقص طولها الموجي .

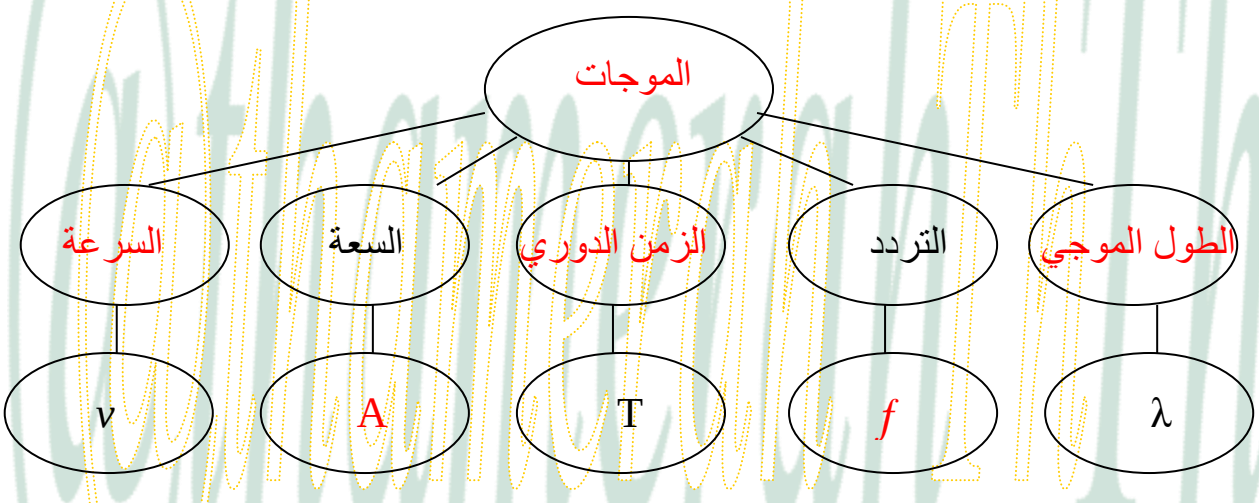
تكون قوس المطر :

قطرات المطر تُحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة بفعل الانكسار .

@thameralfi

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات و الرموز التالية : السعة ، التردد ، T ، λ ، v .



2) ما الحركة الدورية ؟ أعط ثلاثة أمثلة عليها .
الحركة الدورية حركة تعيد نفسها في دورة منتظمة .
من الأمثلة عليها : اهتزاز نابض ، تأرجح بندول بسيط ، الحركة الدائرية المنتظمة .

3) ما الفرق بين الزمن الدوري والتردد ؟ وكيف يرتبطان ؟
التردد هو عدد الدورات أو التكرارات في الثانية ، والزمن الدوري هو الزمن الذي يتطلبه إكمال دورة واحدة .
ويمثل التردد مقلوب الزمن الدوري .

4) كيف يمكن أن نستخلص من الرسم البياني للقوة و الإزاحة طاقة الوضع في نابض ما ؟
طاقة الوضع تساوي المساحة تحت منحنى العلاقة بين F و x .

5) هل يعتمد الزمن الدوري لبندول على كتلة ثقله ؟ وهل يعتمد على طول خيطه ؟ وعلام يعتمد الزمن الدوري للبندول أيضاً ؟
لا يعتمد على كتلة ثقله ، ويعتمد على طول خيطه وتسارع الجاذبية الأرضية g .

6) ما الطرائق العامة لانتقال الطاقة ؟ أعط مثالين على كل منها .
طريقتان . تُنقل الطاقة بانتقال الجسيمات و الموجات .
الأمثلة : البيسبول و الرصاصة لانتقال الجسيمات ، وموجات الصوت والضوء لانتقال الموجات .

7) صف العلاقة بين سعة موجة و الطاقة التى تحملها ؟
تتناسب الطاقة التى تحملها الموجة طردياً مع مربع سعتها .

8) هل يمكن استخدام ساعة بندول في محيطة فضائية دولية تتحرك في مدارها ؟ وضح ذلك .
لا ، تكون المحطة الفضائية في حالة سقوط حر ، لذا تكون القيمة الظاهرية لثابت الجاذبية g صفراً ولا يتأرجح البندول .

9) افترض أنك غمست إصبعك بشكل متكرّر في حوض مملوء بالماء لتوليد موجات دائرية ، فماذا يحدث لطول الموجة إذا حركت إصبعك بسرعة ؟ يزداد تردد الموجات وتبقى السرعة نفسها ويقل الطول الموجي .

10) افترض أنك أحدثت نبضة واحدة في نابض مشدود،فما الطاقة التي يتطلبها إحداث نبضة لها ضعف السعة ؟
أربعة أضعاف الطاقة تقريباً .

11) ماصّات الصدمات إذا كان ثابت كل نابض من نوابض سيارة وزنها 1200N/m يساوي 25000N/m.
فكم ينضغط كل نابض إذا حُمّلت السيارة بربع وزنها ؟

$$F = k\,x \quad \Rightarrow x = F/k = (1/4)(1200) / 25000 = 0.012 \text{ m}$$

12) ما مقدار طاقة الوضع المختزنة في نابض عندما يستطيل مسافة 16cm علماً بأن مقدار ثابته يساوي 27 N/m ؟ نحول المسافة إلى m

$$PE_{sp} = \tfrac{1}{2}k\,x^2 = \tfrac{1}{2}\,(27)\,(0.16)^2 = 0.35 \text{ J}$$

13) موجات المحيط إذا كان طول موجة محيطية 12.0 m ، وتمر بموقع ثابت كل 3.0s،فما سرعة الموجة ؟

$$v = \lambda\ f = \lambda\,(1/T) = (12)\,(1/3) = 4 \text{ m/s}$$

14) إذا كانت سرعة الموجة في وتر طوله 63 cm تساوي 265 m/s ، وقد حرّكته من مركزه بسحبه إلى أعلى ثم تركته ، فتحرّكت نبضة في الاتجاهين ، ثم انعكست النبضتان عند نهايتي الوتر :

a- فما الزمن الذي تحتاج إليه النبضة حتى تصل طرف الوتر ثم تعود إلى مركزه ؟

نحول إلى m $d = \dfrac{(2)\,(36)}{2} = 36 \text{ cm}$

لذا فإن $t = \dfrac{d}{v} = \dfrac{0.36}{265} = 2.4 \times 10^{-3} \text{ s}$

b- هل يكون الوتر أعلى موضع سكونه أم أسفله عندما تعود النبضتان ؟
تنقلب النبضتان عندما تنعكس عن وسط أكثر كثافة ، لذا يكون اتجاه النبضة المنعكسة إلى أسفل .

c- إذا حرّكت الوتر من نقطة تبعد 15 cm عن أحد طرفيه فأين تلتقي النبضتان ؟
15 cm من الطرف الآخر حيث المسافات المقطوعة هي نفسها .

15) ما الزمن الدوري لبندول طوله 1.4 m؟

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

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{1.4}{9.8}}$$

$$= 2.4 \text{ s}$$

الاختبار المقنن (الفصل 7)

1) ما قيمة ثابت نابض يخزن طاقة وضع مقدارها 8.67J عندما يستطيل مسافة 247 mm؟

$PE = \frac{1}{2} k x^2$

$k = \frac{2PE}{x^2} = \frac{2(8.67)}{(0.247)^2} = \frac{17.34}{(0.061)} = 284 \text{ N/m}$

a- 70.2 N/m b- 71.1 N/m c- 142 N/m d- 284 N/m ☆

2) ما مقدار القوة المؤثرة في نابض له ثابت مقداره 275 N/m ويستطيل مسافة 14.3 cm ؟

$F = k x$

$= (275)(0.143) = \frac{(275)(143)}{1000} = 39.3 \text{ N}$ ، نحول المسافة لـ m

a- 2.81 N b- 19.2 N c- 39.3 N ☆ d- 3.93×10^{30} N

3) إذا عُلقت كتلة في نهاية نابض فاستطال 0.85 m كما في الشكل أدناه ، فما مقدار ثابت النابض ؟

$F = k x$

$k = \frac{F}{x} = \frac{(0.0304)(9.8)}{(0.85)}$

$= 0.34 \text{ N/m}$

30.4 g

=

0.0304 kg

a- 0.25 N/m b- 0.35 N/m ☆ c- 26 N/m d- 3.5×10^2 N/m

4) يسحب نابض باباً لكي يغلقه . ما مقدار الشغل المبذول عندما يسحب النابض الباب بسرعة ثابتة بحيث تتغير استطالة النابض من 85.0 cm إلى 5.0 cm ، علماً بأن ثابت النابض 350 N/m ؟ نحول استطالة النابض لـ m

$W = \frac{1}{2} k x^2$, $x = x_1 - x_2 = (0.85)-(0.50) = 0.80 \text{m}$

$= \frac{1}{2}(350)(0.80)^2 = \frac{1}{2}(350)(0.64) = 112 \text{ N.m}$

a- 112 N.m ☆ b- 130 J c- 224 N.m d- 1.12×10^3 J

5) ما الترتيب الصحيح لمعادلة الزمن الدوري لبندول بسيط لحساب طوله ؟

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

$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$

$L = \frac{T^2 g}{4\pi^2} \Rightarrow L = \frac{T^2 g}{(2\pi)^2}$

a- $L = \frac{4\pi^2 g}{T^2}$ b- $L = \frac{g T}{4\pi^2}$ c- $L = \frac{T^2 g}{(2\pi)^2}$ ☆ d- $L = \frac{Tg}{2\pi}$

6) ما تردد موجة زمنها الدوري 3s ؟

-a ☆ 0.3 Hz　　-c II / 3 Hz

-b 30 Hz　　-d 3 Hz

$f = 1 / T = 1/3 = 0.3$ Hz

7) أي الخيارات التالية يصف الموجة الموقوفة ؟

	الموجات	الاتجاه	الوسط
-a	متطابقة	نفسه	نفسه
-b	غير متطابقة	متعاكس	مختلف
-c ☆	متطابقة	متعاكس	نفسه
-d	غير متطابقة	نفسه	مختلف

8) تحركت موجة طولها 1.2 m مسافة 11.2 m في اتجاه جدار ... ثم ارتدت عنه و عادت ثانية خلال 4s، فما تردد الموجة ؟

-a 0.2 Hz　　-c ☆ 5 Hz

-b 2 Hz　　-d 9 Hz

$\lambda = \frac{v}{f}$, $v = \frac{x}{t} = \frac{(11.2)\ 2}{4} = 5.6$ m/s²

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5.6}{1.2} = 4.66 = 5$ Hz

9) ما طول بندول بسيط زمنه الدوري 4.89 s ؟

-a ☆ 5.94 m　　-c 24.0 m

-b 11.9 m　　-d 37.3 m

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

$L = \frac{T^2\ g}{4\ \pi^2} = \frac{(4.89)^2\ (9.8)}{4\ \pi^2} = 5.94$ m

10) استخدم تحليل الوحدات للمعادلة $kx = mg$ لاشتقاق وحدة k ...

$K = \frac{m\ g}{X}$

$= \frac{(kg)\ (m/s^2)}{m}$

$K = \frac{N}{m}$

خصـائـص الـصـوت

- عندما يهتز جرس إلى الأمام و الخلف تصدم حافة الجرس جزيئات الهواء .
- تتحرك جزيئات الهواء إلى الأمام عندما تتحرك الحافة إلى الأمام => جزيئات الهواء ترتد عن الجرس بسرعة كبيرة .
- عندما تتحرك الحافة إلى الخلف ترتد جزيئات الهواء عن الجرس بسرعة أقل .
- تؤدي حركة الجرس إلى الأمام إلى تشكيل منطقة يكون ضغط الهواء فيها أكبر قليلاً من المتوسط .
- تؤدي حركة الجرس إلى الخلف إلى تشكيل منطقة يكون ضغط الهواء فيها أقل قليلاً من المتوسط .
- تؤدي التصادمات بين جزيئات الهواء إلى انتقال تغيرات الضغط بعيداً عن الجرس في الاتجاهات جميعها .
- في بقعة معينة نلاحظ ارتفاع ضغط الهواء وانخفاضه => بهذه الطريقة تنتقل تغيرات الضغط خلال المادة .

تعريف الموجة الصوتية :-
تغير في الضغط ينتقل خلال مادة على شكل موجة طولية .

[الموجة الصوتية موجة طولية] علل لأن جزيئات الهواء تهتز موازية لاتجاه حركة الموجة .
[تتكون الموجة الصوتية من منطقة ذات ضغط مرتفع (تضاغط) ... ومنطقة ذات ضغط منخفض (تخلخل) .]
مصدرها : تذبذب (اهتزاز) جسم في وسط مادي .
الوسط الناقل : المواد الصلبة ... المواد السائلة ... المواد الغازية ...
كيفية انتقالها : المصدر المهتز ينتج تغيرات في ضغط الهواء .
جزيئات الهواء تتصادم فتنتقل تغيرات الضغط بعيداً عن المصدر .

[لا تنتقل الموجات الصوتية في الفراغ] علل لعدم وجود جزيئات تتصادم وتنقل الموجة .

تصنيف خصائص الصوت حسب تأثيرها بالوسط المتحركة فيه إلى :-
- خصائص تتأثر بالوسط المتحركة فيه : السرعة – الطول الموجي .
- خصائص لا تتأثر بالوسط المتحركة فيه : التردد – الزمن الدوري .

تردد الموجة الصوتية : عدد اهتزازات قيمة الضغط في الثانية الواحدة .

الطول الموجي : المسافة بين مركزي ضغط مرتفع متتاليين أو مركزي ضغط منخفض متتاليين .

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

سرعة الصوت :
- سرعة الصوت تزيد بزيادة درجة الحرارة .
- مقدار الزيادة في سرعة الصوت في الهواء 0.6 m/s لكل درجة حرارة $1\ ^{o}C$.
- الطول الموجي يزيد بزيادة درجة الحرارة .
- تردد موجة الصوت لا يتغير عند تغير درجة الحرارة .
- سرعة الصوت في المواد الصلبة أكبر من سرعته في السوائل .
- سرعة الصوت في السوائل أكبر من سرعته في الغازات .

صدى الصوت :

تشترك الموجات الصوتية مع الموجات الأخرى في خصائصها العامة ... مثل انعكاسها عن الأجسام الصبة .

تعريف صدى الصوت : موجات الصوت المنعكسة عن الأجسام عند رجوعها إلى مصدرها .

[يستخدم الزمن الذي يحتاج إليه الصدى حتى يعود إلى مصدر الصوت في ايجاد المسافة بين مصدر الصوت و الجسم الذي انعكس عنه .] $\Delta d = v \Delta t$ (إذا أعطي زمن ذهاب الصوت من المصدر إلى الجسم ثم عودته فإننا نقسم الزمن على 2)

يستخدم هذا المبدأ : الخفافيش ... وبعض الكاميرات .... وبعض السفن التي تستخدم السونار ....

[من الممكن أن تتداخل موجتان صوتيتان مما يؤدي إلى نشوء بقع تدعى البقع الميتة .... ويكون موقعها عند العقد حيث يكون الصوت عندها ضعيف جداً]

الكشف عن موجات الضغط :

تحول كاشفات الصوت الطاقة التي تحملها موجة الصوت إلى شكل آخر من أشكال الطاقة .

من أمثلتها:الميكرفون و الأذن البشرية .

الميكرفون : يتكون من قرص رقيق يهتز استجابة للموجات الصوتية وينتج إشارة كهربائية ..

الميكرفون يُحول الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربائية .

الأذن البشرية :

كاشف حساس ذو كفاءة عالية يستقبل موجات الضغط ويحولها إلى نبضات كهربائية .

- الموجات الصوتية تدخل القناة السمعية مسببة الاهتزازات لغشاء طبلة الأذن .
- في الأذن الوسطى ثلاث عظام دقيقة : المطرقة ، السندان ، الركاب .
- العظام الثلاث تنقل الاهتزازات إلى سائل في القوقعة الحلزونية .
- الشعيرات الدقيقة المبطنة للقوقعة الحلزونية تلتقط ترددات معينة في السائل المتذبذب .
- الشعيرات تُنشط الخلايا العصبية والتي بدورها ترسل سيالات عصبية إلى الدماغ مُولدة الشعور بالصوت .

[يستطيع الانسان التمييز بين أنواع مختلفة من الأصوات] علل

لأن الأذن تستشعر الموجات الصوتية لمدى واسع من الترددات .

إدراك الصوت

حدة الصوت : خاصية للصوت تعتمد على تردد الاهتزاز ... وتميز بواسطتها الأصوات الرفيعة (الحادة) عن الأصوات الغليظة .

[حساسية الأذن ليست متساوية لجميع الترددات]

علو الصوت : شدة الصوت كما تحسه الأذن ويدركه الدماغ ، ويعتمد على سعة موجة الضغط (الموجة الصوتية)

[الأذن البشرية حساسة جداً لتغيرات الضغط في الموجات الصوتية]

[سعة الموجة الصوتية مقياس لتغير الضغط في الموجة]

مستوى الصوت : مقياس لوغاريتمي لقياس سعات الموجات الصوتية ... وحدة قياسه ديسبل (dB)

يعتمد مستوى الصوت على :

نسبة تغير الضغط لموجة صوتية معينة إلى تغير الضغط في أضعف الأصوات المسموعة (عتبة السمع) .

مقياس الديسبل :

مقياس يستعمل لوصف تغيرات الضغط ... ولوصف قدرة موجات الصوت وشدتها .

الزيادة في مستوى الصوت بمقدار 20 dB تعني تضاعف ضغط الصوت 10 أضعاف وبصورة رياضية ...

$$\text{التغير في ضغط الصوت} = 10^{\frac{\text{التغير في ضغط الصوت}}{20}}$$

التعرض للأصوات الصاخبة (مستوى الصوت المرتفع) يُسبب ضعف السمع .

ضعف السمع هو فقدان الأذن لحساسيتها وخصوصاً للترددات العالية .

كلما تعرض الشخص للأصوات الصاخبة فترة أطول كان التأثير أكبر.

التعرض الطويل لمستوى صوت 100 dB فأكثر يؤدي إلى ضرر دائم .

حساسية الأذن البشرية للصوت تعتمد على حدة الصوت و سعة الصوت .

تـــأثـيـر دوبـلـر

التغير في تردد الصوت الناتج عن تحرك مصدر الصوت أو الكاشف أو كليهما ...

- عندما يكون المصدر و الكاشف متحركين

$$f_d = f_s \frac{v - v_d}{v - v_s}$$

f_d:التردد الذي يدركه الكاشف (المراقب)(Hz) f_s:تردد الموجة(Hz) v:السرعة المتجهة لموجة المصدر (m/s) .

v_d: السرعة المتجهة للكاشف (المراقب) (m/s) . v_s: السرعة المتجهة لمصدر الصوت (m/s) .

- المصدر متحرك والكاشف (المراقب) ثابت

$$f_d = f_s \left(\frac{1}{1 - \frac{v_s}{v}} \right)$$

إشارة v_s موجبة ...

- المصدر ثابت و الكاشف (المراقب) متحرك

$$f_d = f_s \left(1 - \frac{v_d}{v} \right)$$

إشارة v_d سالبة ...

تطبيقات تأثير دوبلر :

كواشف الرادار : قياس سرعة كرات البيسبول ... قياس سرعة المركبات ...

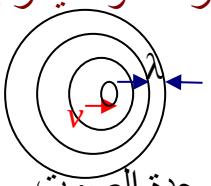
في الفلك : قياس سرعة المجرات ... استنتاج بُعد المجرات عن الأرض ...

في الطب : قياس سرعة حركة جدار قلب الجنين بجهاز الموجات فوق الصوتية ...

الخفافيش : الطيران و الكشف عن الحشرات الطائرة وافتراسها :عندما تطير الحشرة بسرعة أكبر من سرعة الخفاش يكون التردد المنعكس عنها أصغر ... وعندما يلحق الخفاش بالحشرة و يقترب منها يكون التردد المنعكس عنها أكبر ...

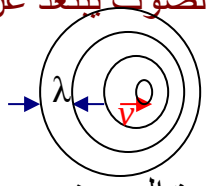
المصدر متحرك و الكاشف ثابت

مصدر الصوت يقترب من الكاشف ...



تزداد حدة الصوت .
تتقارب الموجات في المنطقة بين المصدر والكاشف فينقص الطول الموجي .
يزداد عدد القمم التي تصل إلى الكاشف في كل ثانية .
يزداد التردد الذي يستقبله الكاشف .

مصدر الصوت يبتعد عن الكاشف ...



تنقص حدة الصوت .
تتباعد الموجات في منطقة بين المصدر والكاشف فيزداد الطول الموجي .
ينقص عدد القمم التى تصل إلى الكاشف في كل ثانية .
ينقص التردد الذي يستقبله الكاشف .

الكاشف متحرك و المصدر ثابت

اقتراب الكاشف من المصدر ....
تزداد حدة الصوت .
تزداد السرعة المتجهة النسبية .
يزداد عدد القمم التى تصل إلى الكاشف في كل ثانية .
يزداد التردد الذي يستقبله الكاشف .

ابتعاد الكاشف عن المصدر ...
تنقص حدة الصوت .
تنقص السرعة المتجهة النسبية .
ينقص عدد القمم التى تصل إلى الكاشف في كل ثانية.
ينقص التردد الذي يستقبله الكاشف .

[تأثير دوبلر يحدث لجميع الموجات الميكانيكية و الكهرومغناطيسية]

مصادر الصوت :
- ينتج الصوت عن اهتزاز الأجسام إذ تؤدي الاهتزازات إلى تحريك الجزيئات التى تسبب في إحداث تذبذب في ضغط الهواء ... ومن أمثلة السطوح المهتزة الدفوف و الطبول والصنوج .
- ينتج الصوت البشري عن اهتزاز الأوتار الصوتية (وهي عبارة عن زوج من الأغشية في الحنجرة) ... يندفع الهواء من الرئتين ماراً بالحنجرة فتبدأ الأوتار الصوتية في الأهتزاز يتم التحكم في تردد الاهتزاز من خلال عضلات الشد الموجودة على الأوتار الصوتية .
- في الآلات الوترية فإن الأسلاك أو الأوتار هي التى تهتز وتتصل الأوتار بلوحة صوتية تهتز مع الأوتار ... وتؤدي اهتزازات اللوحة الصوتية إلى إحداث ذبذبات في قيمة ضغط الهواء الذي نشعر به بوصفه صوتاً .

مكبر الصوت :
يحوي مخروطاً مصمماً ليهتز بالتيارات الكهربائية ... سطح المخروط يولد الموجات الصوتية التى تنتقل إلى الأذن .

الأعمدة الهوائية (الأنابيب)

أنواعها :أعمدة هوائية مفتوحة طرفاها مفتوحان . أعمدة هوائية مغلقة أحد طرفيها مفتوح والآخر مغلق .
تعمل الأعمدة الهوائية في حالة الرنين على ...
- تضخيم مجموعة محددة من الترددات لتضخيم نغمة مفردة . - تحويل الأصوات العشوائية إلى أصوات منتظمة.

الرنين :
يزيد سعة الاهتزاز بواسطة تكرار تطبيق قوة خارجية صغيرة بالتردد نفسه .
طول عمود الهواء يحدد ترددات الهواء المهتز التي ستكون في حالة رنين .
تغيير طول عمود الهواء يؤدي إلى تغيير حدة صوت الآلة .

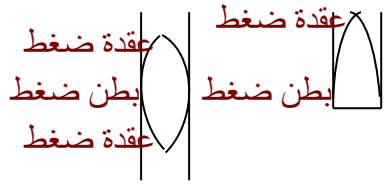
الرنين في الأعمدة الهوائية :
الشوكة الرنانة فوق أنبوب مجوف تولد موجة صوتية تتكون من ذبذبات مرتفعة الضغط و أخرى منخفضة الضغط .
الموجة الصوتية تتحرك إلى أسفل عمود الهواء وعند وصولها إلى الطرف الآخر تنعكس .
عند التقاء موجة الضغط المرتفع المنعكسة مع موجة ضغط مرتفع متولدة من الشوكة الرنانة تقوي كل منهما الأخرى فتتولد موجة مستقرة (موقوفة) ويحدث الرنين .

[في الأنبوب المغلق موجة الضغط المرتفع تنعكس موجة ضغط مرتفع .]

[في الأنبوب المفتوح موجة الضغط المرتفع تنعكس موجة ضغط منخفض .]

الموجة الموقوفة (المستقرة) تتكون من : عقد ، بطون ... تمثل بيانياً : بموجة جيب ...

موجة الجيب الممثلة لضغط الهواء



العقد:تمثل مناطق الضغط المتوسط .
البطون:يتذبذب عندها الضغط بين قيمتيه العظمى و الصغرى .

موجة الجيب الممثلة لإزاحة الهواء

العقد : تمثل مناطق الإزاحة المنخفضة .
البطون : تمثل مناطق الإزاحة المرتفعة .

المسافة بين بطنين متتاليين أو بين عقدتين متتاليتين تساوي نصف طول الموجة .

الرنين في الأعمدة الهوائية المغلقة

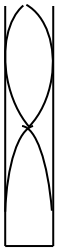
أنبوب مقفل من أحد طرفيه ومفتوح من الطرف الآخر ...
التحكم في طوله عن طريق تغيير عمق الماء فيه.

الرنين الأول (النغمة الأساسية)

عقدة واحدة بطن واحد

$L_1 = \frac{\lambda}{4}$ $f_1 = \frac{v}{4L}$

الرنين الثاني (النغمة التوافقية الأولى)



عقدتان بطنان

$L_2 = \frac{3\lambda}{4}$ $f_2 = \frac{3v}{4L}$

الرنين الثالث (النغمة التوافقية الثانية)

ثلاث عقد ثلاثة بطون

$L_3 = \frac{5\lambda}{4}$ $f_3 = \frac{5v}{4L}$

الرنين في الأعمدة الهوائية المفتوحة

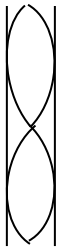
أنبوب مفتوح من الطرفين ...
التحكم في الطول يوضع على شكل أنبوبين يتحرك أحدهما داخل الآخر ...

الرنين الأول

عقدتان بطن واحد

$L_1 = \frac{\lambda}{2}$ $f_1 = \frac{v}{2L}$

الرنين الثاني



ثلاث عقد بطنان

$L_2 = \lambda$ $f_2 = \frac{v}{L}$

الرنين الثالث

أربع عقد ثلاثة بطون

$L_3 = \frac{3}{2}\lambda$ $f_3 = \frac{3v}{2L}$

التـردد الأســاســي: هو أقل تردد يُحدث رنيناً في الأعمدة الهوائية ...

المسافة بين كل رنين والذي يليه (الفواصل بين أوضاع الرنين) $= \frac{\lambda}{4}$

طول الرنين = عدد فردي×مضاعفات ربع الطول الموجي

طول العمود المغلق بعد التصحيح

$L_1 + h = \frac{\lambda}{4}$

التردد لأي رنين

$f = $ عدد فردي $\times f_{\text{الأساسي}}$

المسافة بين كل رنين والذي يليه (الفواصل بين أوضاع الرنين) $= \frac{\lambda}{2}$

طول الرنين = عدد صحيح×مضاعفات نصف الطول الموجي
= عدد زوجي ×مضاعفات ربع الطول الموجي

طول العمود المفتوح بعد التصحيح

$L_1 + 2h = \frac{\lambda}{2}$

التردد لأي رنين

$f = $ عدد صحيح $\times f_{\text{الأساسي}}$

الإيــقــاعــات: الترددات التي تكون عندما الأعمدة الهوائية في حالة رنين ...

عــلاقــة مــشــتــركــة

$L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow v = 2f(L_2 - L_1)$

الـــرنـيـــن يـؤدي إلى زيـــادة عـــلو تـــرددات صـوتـيـة مـخـصصة ...

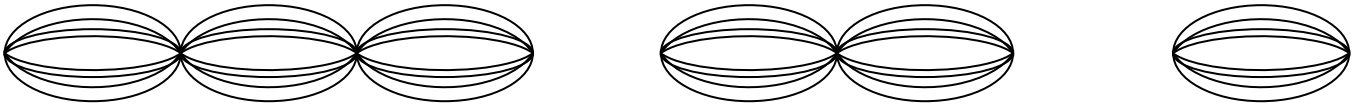
من الأمثلة على الأعمدة في حالة رنين :-

- القناة السمعية في الأذن : تعمل كأنها عمود هوائي مغلق في حالة رنين مما يساعد على زيادة حساسية الأذن للترددات بين 2000 Hz و 5000 Hz ...
- الأنفاق : تسمع للصوت دوياً عندما تصرخ داخل نفق طويل علل لأن النفق يعمل بوضعه أنبوباً هوائياً مفتوحاً في حالة رنين .
- الصدفات البحرية : الصدفات البحرية تُضخم ترددات معينة من الأصوات المحيطة علل لأنها تعمل عمل أنبوب هوائي مغلق في حالة رنين .

الـــرنـــيـــن في الأوتـــار

تتولد الموجات في الأوتار عن طريق : النقر ... الشد .... الضرب ....
أشكال الموجات في الأوتار المهتزة تختلف بحسب طريقة توليدها .

- الوتر في الآلات الوترية يكون مشدوداً من الطرفين .
- الرنين في الأوتار المشدودة يتطابق مع الرنين في الأعمدة الهوائية المفتوحة .



الرنين الأول	الرنين الثاني	الرنين الثالث
عقدتين	ثلاث عقد	أربع عقد
بطن واحد	بطنين	ثلاثة بطون
$L_1 = \frac{\lambda}{2}$	$L_2 = \lambda$	$L_3 = \frac{3}{2} \lambda$
التردد الأساسي $f_1 = \frac{v}{2L}$	الإيقاع الأول $f_2 = \frac{v}{L}$	الإيقاع الثاني $f_3 = \frac{3v}{4L}$

طـــول الرنـيـــن = عدد صحيح × مضاعفات نصف الطول الموجي
= عدد فردي × مضاعفات رُبع الطول الموجي

العوامل المؤثرة في اهتزاز الأوتار :-

- التردد يتناسب عكسياً مع طول الوتر عند ثبوت قوة الشد ... $f_1 L_1 = f_2 L_2$
- تردد الوتر المهتز يتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لقوة الشد ...

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{F_{t1}}{F_{t2}}}$$

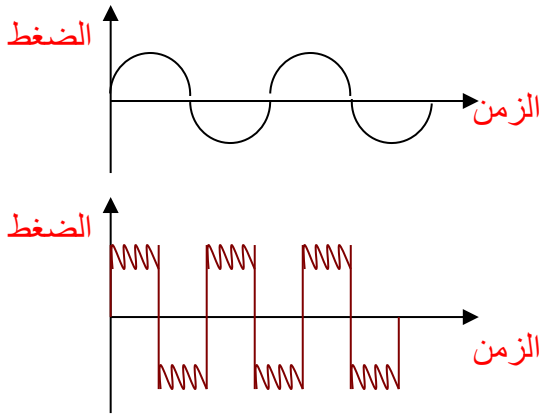
- تردد الوتر المهتز يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلة وحدة الأطوال للوتر ...

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}} \quad , \quad \mu = \frac{m}{L}$$

كتلة الوتر
طول الوتر
كثافة مادة الوتر × مساحة المقطع = μ (كتلة وحدة الأطوال)

$$f \ \alpha \ \frac{\sqrt{F_t}}{L\sqrt{\mu}} \quad , \quad f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_t}{\mu}}$$

تعريف طيف الصوت :ـ الرسم البياني لسعة الموجة مقابل ترددها .



جودة الصوت :ـ

الشوكة الرنانة : تولد صوتاً معتدلاً غير مرغوب فيه .
تهتز أطرافها بحركة توافقية بسيطة وتنتج موجة جيبية بسيطة .

الأصوات البشرية :

موجات معقدة تنتج عن عمود هوائي مغلق .
تولد وفق مبدأ التراكب لجمع موجات ذات ترددات مختلفة .
شكل موجاتها يعتمد على السعات النسبية للترددات المختلفة .

[الفرق بين الموجات البسيطة و الموجات المعقدة يسمى طابع الصوت أو لون النغمة أو جودتها]

إعادة إنتاج الصوت :ـ

الأنظمة الصوتية الإلكترونية ...

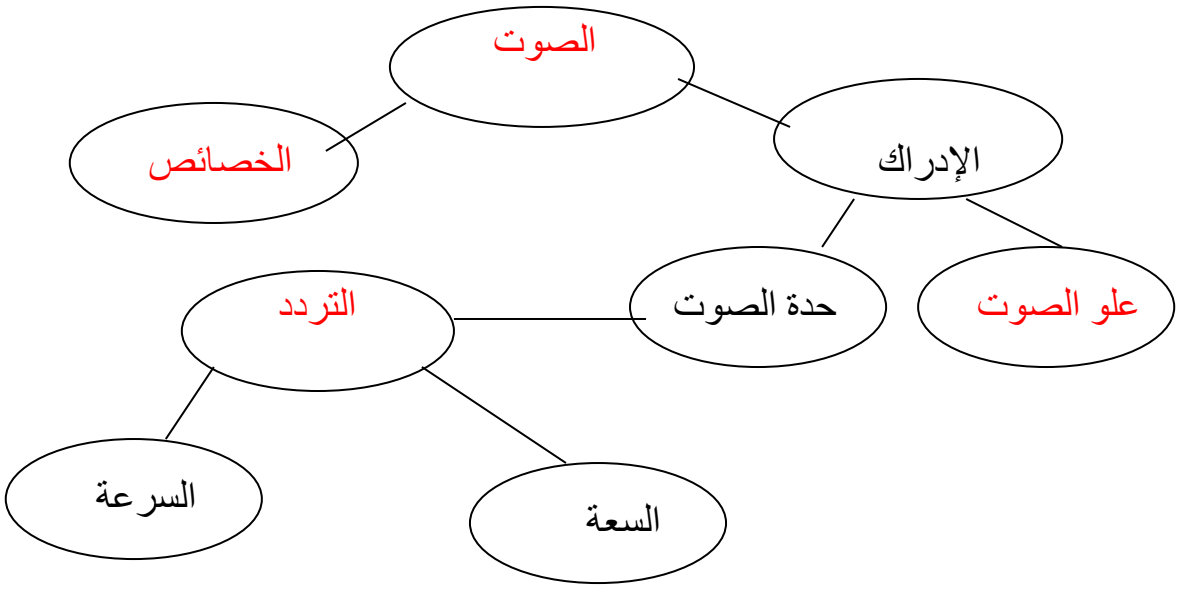
يتم بواسطتها تسجيل و تشغيل الأصوات .
لإعادة إنتاج الصوت بإتقان يجب أن يلائم (يعدل) النظام جميع ترددات الصوت بالتساوي .
النظام الصوتي (الستيريو) الجيد يحافظ على السعات لكل الترددات التى تسمعها الأذن بحيث لا تزيد عن 3 dB .
نظام الهاتف يحتاج إلى إرسال المعلومات بلغة منطوقة .

الضجيج :

يتكون من ترددات متعددة و يتضمن تغيرات عشوائية في التردد و السعة .
يمكن تخفيض الضجيج عن طريق تخفيض عدد الترددات .

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل الخريطة المفاهيمية أدناه باستخدام المصطلحات التالية : السعة ، الإدراك ، حدّة الصوت ، السرعة .



2) عند قياس زمن الركض لمسافة 100 m يبدأ المراقبون عند خط النهاية تشغيل ساعات الإيقاف لديهم عند رؤيتهم دخاناً يتصاعد من المسدس الذي يشير إلى بدء السباق ، وليس عند سماعهم صوت الإطلاق . فسِّر ذلك .
وما الذي يحدث لقياس زمن الركض إذا ابتدأ التوقيت عند سماع الصوت ؟
ينتقل الضوء بسرعة 3.00×10^8 m/s، في حين ينتقل الصوت في الهواء بسرعة 343m/s. لذا سيرى المراقبون الدخان قبل سماع صوت إطلاق المسدس . وسيكون الزمن أقل من الزمن الفعلي لو اعتمد على سماع الصوت .

3) أذكر نوعين من أنواع إدراك الصوت و الخصائص الفيزيائية المرتبطة معهما .
الحدّة – التردد ، العلوّ – السعة .

4) الموجات فوق الصوتية موجات صوتية ترددتها أعلى من تلك التي تسمع بالأذن البشرية ، وتنتقل هذه الموجات خلال الجسم البشري . كيف يمكن استخدام الموجات فوق الصوتية لقياس سرعة الدم في الأوردة أو الشرايين ؟
وضح كيف تتغير الموجات لتجعل هذا القياس ممكناً .
يستطيع الأطباء قياس انزياح دوبلر من الصوت المنعكس عن خلايا الدم المتحركة . ولأن الدم يتحرك ، لذا يحدث انزياح دوبلر لهذا الصوت ، وتتقارب الانضغاطات أو تتباعد ، مما يؤدي إلى تغيير تردد الموجة .

5) ما الضروري لتوليد الصوت وانتقاله ؟
توافر جسم يهتز ووسط مادي .

6) المشاه عند وصول جنود المشاة في الجيش إلى جسر فإنهم يسيرون على الجسر بخطوات غير منتظمة . فسر ذلك .
عندما يسير الجنود بخطوات منتظمة ينشأ تردد معين يؤدي إلى اهتزاز الجسر بالتردد نفسه ، أي يحدث رنين مع الجسر، مما يؤدي إلى زيادة سعة اهتزازه ومن ثم انهياره . ولا يكون هناك تضخم لتردد معين عندما يسيرون خطوات غير منتظمة .

7) تزداد سرعة الصوت بمقدار 0.6m/s لكل درجة سلسيوس عند ارتفاع درجة حرارة الهواء بمقدار درجة واحدة . ماذا يحدث لكل مما يلي بالنسبة لصوتٍ ما عند ارتفاع درجة الحرارة ؟

a- التردد لايوجد تغير في التردد .

b- الطول الموجي يزداد الطول الموجي .

8) يبلغ مستوى صوت 40 dB . فهل تغيُّرضغطه أكبر 100مرة من عتبة السمع ، أم 40 مرة ؟

للصوت 40dBضغط صوت أكبر 100مرة .

9) إذا صِحت في وادٍ وسمعت الصدى بعد 3.0s، فما مقدار عرض الوادي ؟

المسافة الكلية المقطوعة تساوي $d = v\,t = (343)\,(3) = 1029\ m$

أما المسافة بينك وبين الجانب الآخر للوادي فتساوي : $\frac{1}{2}\,(1029) = 514.5 = 5.1\times10^{2}\ m$

10) ينتقل صوت تردده 442Hz خلال قضيب حديد . أوجد الطول الموجي لموجات الصوت في الحديد .

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{5130}{442} = 11.6\ m$$

11) تتحرك سيارة إطفاء بسرعة 35 m/s، وتتحرك حافلة أمام سيارة الإطفاء في الاتجاه نفسه بسرعة 15 m/s فإذا انطلقت صفارة إنذار سيارة الإطفاء بتردد 327Hz فما التردد الذي يسمعه سائق الحافلة ؟

$v_s = 35 m/s$, $v = 343\ m/s$, $v_d = 15\ m/s$, $f_s = 327\ Hz$

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

$$= (327)\,\frac{(343 - 15)}{(343 - 35)} = 350\ Hz$$

12) إذا أنتج أنبوب مفتوح نغمة ترددها 370 Hz فما ترددات الإيقاعات الثاني ، والثالث ، والرابع المصاحبة لهذا التردد ؟

$f_2 = 2f_1 = 2\,(370) = 740\ Hz$

$f_3 = 3\,f_1 = 3\,(370) = 1110\ Hz$, $f_4 = 4f_1 = 4\,(370) = 1500\ Hz$

13) إذا أنتج أنبوب مغلق نغمة ترددها 370 Hz فما تردد أقل ثلاثة إيقاعات يُنتجها هذا الأنبوب ؟

$3f_1 = 3(370) = 1110 = 1100\ Hz, 5f_1 = 5(370) = 1850 = 1800 Hz, 7f_1 = 7(370) = 2590 = 2600 Hz$

14) ضبط وتر طوله 65.0cm لينتج أقل تردد ، ومقداره 196Hz. احسب مقدار:

a- سرعة الموجة في الوتر .

$\lambda = 2L = 2\,(0.650) = 1.30\ m$

$v = \lambda\,f = (1.30)\,(196) = 255\ m/s$

b- الترددين التاليين لرنين هذا الوتر .

$f_2 = 2f_1 = 2\,(196) = 392\ Hz$

$f_3 = 3\,f_1 = 2\,(196) = 588\ Hz$

الاختبار المقنن (الفصل 8)

1) ينتقل الصوت من مصدره إلى الأذن بسبب :

a- تغير ضغط الهواء . ☆ c- الموجات الكهرومغناطيسية .

b- الاهتزاز في الأسلاك أو الأوتار . d- الموجات تحت الحمراء .

2) سمع خالد أثناء سباحته نغمة وصلت إلى أذنه بتردد 327 Hz عندما كان تحت الماء ... فما الطول الموجي للصوت الذي يسمعه ؟ (افترض سرعة الصوت في الماء 1493 m/s) .

$f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{1493}{327} = 4.57\ m$

a- 2.19 nm c- 2.19×10^{-1} m

b- 4.88×10^{-5} m ☆ d- 4.57 m

3) يجذب صوت بوق سيارة انتباه مراقب ثابت ... فإذا كانت السيارة تقترب من المشاهد بسرعة 60.0 km/h، وتردد صوت البوق 512 Hz ، فماتردد الصوت الذي يسمعه المراقب ؟ (افترض سرعة الصوت في الهواء تساوي 343 m/s) ...

$f_d = f_s \frac{1}{(1 - \frac{v_s}{v})} = 512 \frac{1}{(1 - \frac{16.6}{343})} = 538\ Hz$

a- 488 Hz c- 538 Hz ☆

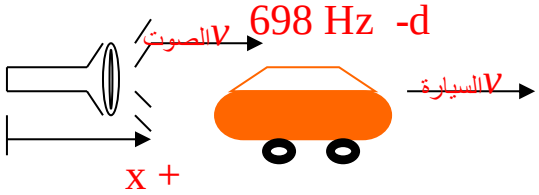
b- 512 Hz d- 600 Hz

4) تبتعد سيارة بسرعة 72 km/h عن صافرة ثابتة ، كما هو موضح في الشكل أدناه ... فإذا انطلقت الصافرة بتردد 657 Hz فما تردد الصوت الذي يسمعه السائق ؟ (افترض سرعة الصوت في الهواء 343m/s) ...

$f_d = f_s (1 - \frac{v_d}{v}) = 657 (1 - \frac{20}{343}) 618.7 Hz.$

a- 543 Hz c- 647 Hz

b- 620 Hz ☆ d- 698 Hz



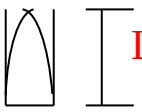
5) ينتقل صوت بوق سيارة في الهواء بسرعة 351 m/s ... فإذا كان تردد الصوت 298Hz فما طوله الموجي ؟

$f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{351}{298} = 1.18\ m$

a- 9.93×10^{-4} m c- 1.18 m ☆

b- 0.849 m d- 1.05×10^{5} m

6) يبين الشكل أدناه طول عمود الهواء في حالة الرنين الأول لعمود هواء مغلق ، فإذا كان تردد الصوت 488 Hz فما سرعة الصوت ؟



$f_1 = \frac{v}{4L}$

$\Rightarrow v = 4 f_1 L$

$= 4 (488) (0.168)$

$= 328\ m/s$

أســاســيـــات الـضـــوء

الاستضاءة :

الضوء و الصوت وسيلتان نحصل عن طريقهما على المعلومات ... والضوء وسيلة توفر أكبر مجموعة متنوعة من المعلومات ...

- يساعد الضوء العين البشرية على تحسس التغيرات البسيطة في حجم الجسم و موقعه .
- يساعد الضوء على التمييز بين الظلال و الأجسام الصلبة .
- يساعد الضوء على التمييز بين الأجسام وانعكاساتها .

مسار الضوء :-

الضوء يسير في خطوط مستقيمة .

دقائق الغبار المنتشرة في الهواء تجعل مسار الضوء مرئياً .

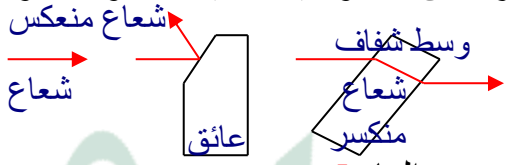
عندما يعترض جسمك ضوء الشمس ترى هيئة جسمك على صورة ظل .

نموذج الشعاع الضوئي :-

اعتقد نيوتن أن الضوء سيل من جسيمات متناهية في الصغر لا يمكن تخيلها . تتحرك بسرعة كبيرة جداً أطلق عليها اسم جسيمات أو كريات ضوئية ...

لم يستطع نموذج نيوتن تفسير خصائص الضوء جميعها إذ بينت التجارب أن الضوء يسلك أيضاً سلوك الموجات.

تمثيل الضوء في نموذج الشعاع الضوئي :



الضوء يُمثل بشعاع ينتقل في خط مستقيم اتجاه الشعاع يتغير إذا اعترض مساره حاجز .

[قدم نموذج الشعاع الضوئي بوصفه طريقة لدراسة كيفية تفاعل الضوء مع المادة]

[تسمى دراسة الضوء بهذه الطريقة البصريات أو البصريات الهندسية]

مصادر الضوء :-

تنبعث أشعة الضوء من مصادرها ... وتعد الشمس المصدر الرئيس للضوء ... وضوءها أكثر سطوع من القمر .

مصادر طبيعية [الشمس – اللهب و الشرر – بعض أنواع الحشرات مثل البراع]

مصادر صناعية [المصابيح المتوهجة – شاشات التلفاز – الصمامات الثنائية الباعثة للضوء – مصابيح الفلورنست – أشعة الليزر]

المصدر المضيء :-

جسم يبعث الضوء من ذاته ... (الشمس – المصابيح المتوهجة) .

تعتبر المصابيح المتوهجة مصدر مضيء علل لأنها تبعث الضوء من ذاتها علل بسبب درجة حرارتها العالية ...

المصدر المستضيء :-

جسيم يصبح مرئياً نتيجة انعكاس الضوء عنه ... (القمر) .

المصادر المستضيئة و الأجسام العادية مرئية بالنسبة لك رغم أنها لاتبعث الضوء علل لأنها تعكس الضوء أو تنفذه ليصل إلى عينيك .

الأوساط المادية :-

1) غير شفاف (معتم) : وسط لا يمر الضوء من خلاله ويعكس بعض الضوء ... (القماش – البلاستيك) .
2) شفاف : وسط يمر الضوء من خلاله ... (الهواء) .
3) شبه شفاف : وسط يمر الضوء من خلاله ولا يسمح للأجسام أن تُرى بوضوح ... (مظلة – المصباح) .

الأوساط الشفافة وشبه الشفافة لا تمرر الضوء فقط ... بل يمكنها أن تعكس جزءاً منه أيضاً ...

لذلك نستطيع رؤية صورة الجسم على نافذة الزجاج أحياناً .

كمية الضوء :

التدفق الضوئي (P) : معدل انبعاث طاقة الضوء من المصدر المضيء ... وحدة قياسه : (lm) لومن .

[التدفق الضوئي لمصدر يظل ثابتاً مهما اختلف بُعد السطح عنه] علل

لأن العدد الكلي للأشعة الضوئية لا يزداد (لا يتغير) .

الاستضاءة : معدل اصطدام الضوء بالسطح . وحدة قياسها : اللوكس $lx = lm/m^2$

[الاستضاءة مقياس لعدد الأشعة الضوئية التي تصطدم بسطح ما]

علاقة التربيع العكسي :-

الاستضاءة الناتجة بفعل مصدر ضوئي نقطي تتناسب طردياً مع $\frac{1}{r^2}$

[عدد أشعة الضوء المتاحة لإضاءة وحدة المساحة تنقص بزيادة مربع البعد عن مصدر الضوء النقطي .]

مثال :

- الاستضاءة على السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 2m $=1/2^2=$ 1/4 من الاستضاءة على السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 1m .
- الاستضاءة على السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 3m $= 1/3^2 =$ 1/9 من الاستضاءة على السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 1m .

شـــدة الإضـــاءة

شدة الإضاءة لمصدر نقطي تساوي التدفق الضوئي الذي يسقط على مساحة مقدارها $1m^2$ من مساحة السطح الداخلي لكرة نصف قطرها 1m. وحدة قياسها : الشمعة ، (cd) .

شدة الإضاءة تساوي التدفق الضوئي مقسوماً على 4 II ويرمز لها بالرمز I_v .

إضاءة السطوح لتتمكن من زيادة الاستضاءة على سطح مكتب مثلاً .. تقلل المسافة بين المصر الضوئي والسطح الذي يُضيئه .=>

1) تعتبر المصدر الضوئي مصدراً ضوئياً نقطياً ...(الاستضاءة و المسافة يتبعان علاقة التربيع العكسي) ...

2) لتبسيط المسألة أكثر اعتبر الضوء المنبعث من المصدر يسقط عمودياً على سطح المكتب ...

يمكنك التعبير عن الاستضاءة الناتجة عن مصدر ضوء نقطي بالمعادلة ...

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

E: الاستضاءة الناتجة عن مصدر نقطي (lx). P: التدفق الضوئي للمصدر النقطي (lm). r: بُعد الجسم عن المصدر النقطي (m) .

[الاستضاءة تزداد بزيادة التدفق الضوئي لمصدر الضوء .]

[تقل الاستضاءة بزيادة المسافة بين المصدر الضوئي و السطح .]

- استخدام هذه المعادلة يكون صحيح فقط للمصادر المضيئة التي تكون صغيرة أوبعيدة بصورة كافية حتى تعتبر مصادر نقطية .

[معادلة الاستضاءة لا تعطي قيماً صحيحة للاستضاءة الناتجة بفعل المصابيح الفلورستيتة الطويلة أو المصابيح المتوهجة القريبة من السطح الذي تضيئه .]

سرعة الضوء :

انتقال الضوء من المصدر إلى الجسم المراد إضاءته يقطع الضوء مسافة (عند قياسها و معرفة الزمن الذي استغرقه) => قياس الزمن .

- قبل القرن 17 كان يعتقد أن الضوء ينتقل لحظياً ... أي لا يحتاج إلى زمن للانتقال .
- العالم جاليليو أول من أفترض أن للضوء سرعة محددة .

واقترح طريقة لقياس سرعة الضوء مستخدماً مفهومي (المسافة و الزمن) .
استنتج أن سرعة الضوء كبيرة جداً مما يحول دون قياسها عبر مسافة عدة كيلومترات .

- كان العالم الدينماركي أولي رومر أول من أكد أن الضوء ينتقل بسرعة يمكن قياسها .

رصد الأزمنة عندما كان يخرج القمر Io من منطقة ظل المشتري .
استطاع توقع وقت حدوث كسوف القمر Io وقارن توقعاته بالأزمنة المقيسة فعلياً .
أثبت أن الضوء ينتقل بسرعة محددة .
توصل أولي رومر إلى أن زمن دوران القمر Io حول المشتري .
يزداد بمعدل 13s لكل دورة تقريباً عندما تبتعد الأرض عن المشتري .
ينقص بمعدل 13s لكل دورة تقريباً عندما تقترب الأرض من المشتري .

قياسات سرعة الضوء :-

استنتج العالم رومر أن الضوء عندما ينتقل مسافة تعادل قطر الأرض يحتاج 22 min على الرغم من أن الكثير من القياسات أجريت لتحديد سرعة الضوء إلا أن أبرزها تلك التي أجراها الفيزيائي الأمريكي ألبرت ميكسلون ...

- طور تقنيات حديثة لقياس سرعة الضوء .
- قاس الزمن الذي يحتاج إليه الضوء ذهاباً و إياباً بين جبلين في كاليفورنيا .

[سرعة الضوء في الفراغ التي تستخدم في الحسابات $C = 3 \times 10^8$ m/s .]
[يحتاج الضوء إلى 16.5 min ليقطع مسافة تعادل قطر مدار الأرض .]

السنة الضوئية : المسافة التي يقطعها الضوء في السنة .

الطبيعة الموجية للضوء (الضوء مكون من موجات)

عندما تسير في اتجاه غرفة الصف و الباب مفتوح تسمع صوت المعلم أو الطلاب قبل أن تراهم علل لأن الصوت يصل إليك بانحرافه حول حافة الباب أما الضوء فيسير في خطوط مستقيمة .

[الضوء يسلك سلوك الصوت كموجة إلا أن انحراف الضوء أقل وضوحاً من انحراف الصوت .]

الحيود والنموذج الموجي للضوء

لاحظ العالم فرانسيسكو مارى جريمالدى أن حزاف الظلال ليست حادة تماماً .
أدخل حزمة ضيقة من الضوء إلى داخل غرفة مظلمة .
أمسك بقضيب أمام الضوء و أسقط الظل على سطح أبيض .
الظل المتكون أعرض منه عند انتقال الضوء في خط مستقيم مروراً بحواف القضيب .
لاحظ أن الظل محاط بحزم ملونة ... وعرف جريمالدي هذه الظاهرة بالحيود .

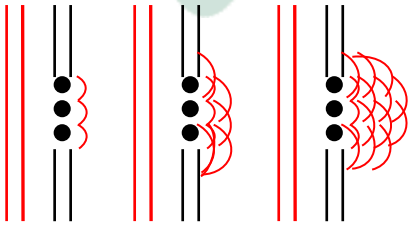
الحيود :-

انحناء الضوء حول الحواجز .

حاول العالم الدنماركي كريستيان هيجنز برهنة النموذج الموجي لتفسير ظاهرة الحيود ...

اعتبر أن النقاط على مقدمة الموجة الضوئية مصادر جديدة لموجات صغيرة تنتشر في جميع الاتجاهات .

- مقدمة الموجة المستوية تحوي عدداً غير محدد من المصادر النقطية في خط واحد .
- عندما تعبر مقدمة الموجة حافة ما فإن الحافة تقطع جبهة الموجة وتنتشر كل موجة دائرية تولدت بواسطة أي نقطة من نقاط هيجنز على شكل موجة دائرية في الحيز الذي انحنت عنده مقدمة الموجة الأصلية .



الألـــــوان

- اجرى العالم نيوتن تجارب على الألوان ... حيث مرر حزمة ضيقة من ضوء الشمس خلال منشور زجاجي .
- لاحظ تكون ترتيب منظم للألوان أطلق عليه اسم (الطيف) .
- سمح للطيف النافذ من المنشور الأول بالسقوط على منشور آخر معكوس .
- المنشور الثاني عكس انتشار الألوان و أعاد تراكبها فتكون اللون الأبيض .

وبعد إجراء المزيد من التجارب ... استنتج نيوتن :

1) أن اللون الأبيض مركب من ألوان عدة .
2) أن هناك خاصية أخرى للزجاج غير عدم انتظامه هي التي تؤدي إلى تحلل الضوء إلى مجموعة من الألوان .

اعتماداً على تجارب جريمالدي و هيجنز وغيرها فإن :

1) للضوء خصائص موجية .
2) لكل لون من ألوان الضوء طول موجي محدد .

- للضوء المرئي نطاق من الأطوال الموجية يتراوح بين 400 nm و 700 nm تقريباً .
- أكبر الأطوال الموجية المرئية طول موجة الضوء الأحمر .... و أقصرها البنفسجي .
- الطول الموجي يتناقص فيتحول اللون الأحمر إلى برتقالي فالأصفر فالأخضر فالأزرق ثم الأزرق النيلي وأخيراً البنفسجي .

اللـون بواسطـة مـزج أشـعـة الـضــوء

تراكب الأحمر و الأخضر و الأزرق يشكل الضوء الأبيض تسمى هذه العملية عملية جمع الألوان .
تستخدم عملية جمع الألوان في أنابيب الألوان في التلفاز ... حيث تحوي أنابيب الألوان مصادر متناهية الصغر للضوء الأحمر و الأخضر و الأزرق .

الألوان الأساسية :-
الألوان التي تكوّن اللون الأبيض عندما تتحد ... كما تُنتج الألوان الثانوية عند مزجها في أزواج ...
الأحمر – الأزرق – الأخضر

الألوان الثانوية :-
لون ينتج عن اتحاد لونين أساسين ... الأصفر – الأزرق الفاتح – الأرجواني

الألوان المتتامة :-
لون الضوء الذي يعطي ضوءاً أبيضاً عند تراكبه مع ضوء آخر ...
الأصفر و الأزرق – الأرجواني و الأخضر – الأزرق الفاتح و الأحمر
[يمكن تبيض الملابس المصفرة باستخدام عامل أزرق اللون يضاف إلى مسحوق الغسيل]

اللـون بواسطـة اختـزال أشـعـة الـضــوء

الأجسام تعكس الضوء وتمرره و يمكنها أن تمتصه .
لون الجسم يعتمد على الأطوال الموجية ..للضوء الذي يضيء الجسم و الضوء الذي يمتصه والضوء الذي يعكسه.
الجسم يُزود باللون عن طريق ..
وجود المواد الملونة طبيعياً أو إضافتها صناعياً ... إضافة أصباغ على سطح الجسم ...

المواد الملونة :
جزيئات لها القدرة على امتصاص أطوال موجية معينة للضوء و تسمح لأطوال موجية أخرى بالنفاذ من خلالها أو تعكسها ...

- عندما يُمتص الضوء تنتقل طاقته إلى الجسم الذي اصطدم به و تتحول إلى أشكال أخرى من الطاقة .
- عندما يسقط الضوء الأبيض على جسم لونه أحمر فإن جزيئات المواد الملونة في الجسم تمتص الضوء الأخضر و الأزرق وتعكس الضوء الأحمر .
- عندما يسقط الضوء الأزرق فقط على جسم لونه أحمر فإن مقداراً يسيراً من الضوء ينعكس ويظهر الجسم غالباً أسود .

الـصــبـغــة : مصنوعة من المعادن المسحوقة وليست مستخلصة من النباتات أو الحشرات ...

الصبغة الأساسية :- ألوانها هي الألوان الثانوية
الصبغة التي لها القدرة على امتصاص لون أساسي واحد على أن تعكس اللونين الآخرين من الضوء الأبيض .

لون الصبغة الأساسي	اللون الذي يمتصه	اللون الذي يعكسه
أصفر	أزرق	أحمر و أخضر .
أزرق فاتح	أحمر	أزرق و أخضر .
أرجواني	أخضر	أزرق و أحمر .

الصبغة الثانوية :- ألوانها هي الألوان الأساسية
الصبغة التي تمتص لونين أساسيين و تعكس لوناً واحداً .

لون الصبغة الثانوية	اللون الذي تمتصه	اللون الذي يعكسه
أحمر	أخضر أو أزرق	أحمر .
أزرق	أحمر و أخضر	أزرق .
أخضر	أزرق و أحمر	أخضر .

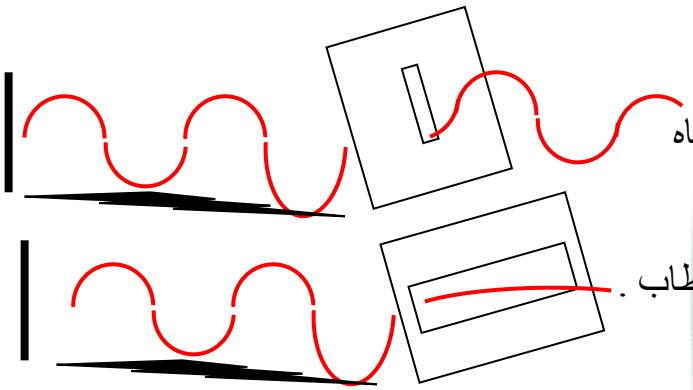
الصبغات المتتامة :- مزج صبغتين متتامتين ينتج عنه اللون الأسود ... مثل مزج ..
- الصبغة الصفراء و الصبغة الزرقاء . - صبغة الأزرق الفاتح و الصبغة الحمراء .
- صبغة الأحمر المزرق و الصبغة الخضراء .

الطابعة الملونة :-
تستخدم نقطاً من صبغة الأصفر و الأرجواني و الأزرق الفاتح لعمل صورة ملونة .
تُمزج الأصباغ بالطابعة لتكوّن محاليل بدلاً من المحاليل الحقيقية .
أصباغ الطابعة الملونة مركبات مطحونة بصورة دقيقة ومن أمثلتها : أكسيد التيتانيوم (أبيض) ، أكسيد الكروم (أخضر) ، كبريتيد الكادميوم (أصفر) .
[أصباغ الطابعة الملونة تستمر في امتصاص و عكس الأطوال الموجية نفسها] علل
لأنها تحافظ على تركيبها الكيميائي في المزيج دون تغيير .

استخلاص النتائج من اللون :-
- تبدو النباتات خضراء ... بسبب صبغة الكلورفيل التى يمتص أحد أنواعها الضوء الأحمر والنوع الآخر يمتص اللون الأزرق و يعكس كلاهما الضوء الأخضر .
طاقة الضوء بين الأحمر و الأزرق الممتصين تستخدمها النباتات في عملية البناء الضوئي .
- تبدو السماء مزرقة ... لأن جزيئات الهواء تشتت موجات الضوء البنفسجي و الأزرق بمقدار أكبر من الأطوال الموجية الأخرى للضوء في الاتجاهات جميعها و يضيئان السماء بالأزرق .

استقطاب الضوء

الاستقطاب :- إنتاج ضوء يتذبذب في مستوى واحد .
ضوء المصباح العادي غير مستقطب . الضوء المنعكس من الطريق مستقطب .
محور الاستقطاب :اتجاه وسط الاستقطاب المتعامد مع الجزيئات الطويلة .

الاستقطاب بالترشيح :-

- موجات الضوء العادي تتذبذب عمودياً على اتجاه انتقالها .
- تنفذ من وسط الاستقطاب فقط مركبات الضوء التي في اتجاه محور الاستقطاب .
- شدة الضوء تنخفض بعد الاستقطاب إلى النصف علل
لأن الضوء ينفذ بنصف اتساعه الكلي من خلال وسط الاستقطاب .
- وسط الاستقطاب يسمى مرشح الاستقطاب .

الاستقطاب بالانعكاس :-
الضوء المنعكس يستقطب جزئياً .
توهج الضوء يقل عند استخدام النظارات المستقطبة علل بسبب استقطاب الضوء المنعكس عن الطريق .
مصورو الفوتوجراف يثبتون مرشحات الاستقطاب على عدسات الكاميرا علل لحجب الضوء المنعكس .

تحليل الاستقطاب

استقطاب الضوء المستقطب :-

عند وضع مرشح استقطاب في مسار الضوء المستقطب فإن ...
الضوء ينفذ إذا كان محورا مرشحي الاستقطاب متوازيين .
الضوء لا ينفذ إذا كان محورا مرشحي الاستقطاب متعامدين .

قانون مالوس يوضح مدى انخفاض شدة الضوء عند عبوره خلال مرشح استقطاب ثانٍ ...

I أكبر مايمكن	I أصغر مايمكن
$\cos\theta = 1$	$\cos\theta = 0$

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

I_2: شدة الضوء بعد مروره بمرشح الاستقطاب الأول . I_1: شدة الضوء بعد مروره بمرشح الاستقطاب الثاني .
θ: الزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشحين .

يستخدم قانون مالوس للمقارنة بين شدتي الضوء الخارج من مرشحي الاستقطاب .
تحديد الزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشحين .

المحلل :-

هو مرشح استقطاب يستخدم لتحديد استقطاب الضوء المنبعث من أي مصدر ضوئي .

سرعة الموجات الضوئية

الطول الموجي :-

هو دالة رياضية لسرعة الموجة بالنسبة لترددها الثابت في الوسط الذي تنتقل فيه .
[يوصف الضوء بواسطة النماذج الرياضية المستخدمة في وصف الموجات .. لأن الضوء له خصائص موجية]

λ: طول موجة الضوء (m) .
c: سرعة الضوء (m/s) .
f: تردد موجة الضوء (Hz) .

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

تردد الضوء يقاس بدقة متناهية باستخدام أجهزة الليزر و الزمن المعياري .
إذا كان تردد موجة الضوء في الفراغ معروفاً => يمكن حساب طولها الموجي ... والعكس صحيح ...
لأن جميع الأطوال الموجية للضوء تنتقل في الفراغ بالسرعة نفسها .

الحـركـة الـنـسـبـيـة و الـضـوء

تأثير دوبلر في الضوء :-

يحدث تأثير دوبلر في الضوء عندما يتحرك مصدر الضوء أو يتحرك مراقب الضوء أحدهما بالنسبة للآخر فيرى المراقب ضوءاً طوله الموجي مختلف عما كان يراه عندما كانا ساكنين بالنسبة لبعضهما ...

- تأثير دوبلر في الضوء يتضمن السرعة المتجهة لكلٍّ من المصدر والمراقِب أحدهما بالنسبة إلى الآخر فقط .
- السرعة النسبية : تقدر بالفرق بين السرعتين المتجهتين لكلٍّ من المصدر و المراقِب .
- تأثير دوبلر يعتمد فقط على مركبتي السرعتين المتجهتين على امتداد المحور بين المصدر و المراقِب .

لدراسة تأثير دوبلر في الضوء نعتبر أن السرعة النسبية أقل كثيراً من سرعة الضوء ... أي $v <<< c$.

تردد الضوء المُراقب :

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

$f_{\text{المراقب}}$: تردد الضوء المُراقب (Hz) . f: التردد الحقيقي لضوء المصدر (Hz) . v: السرعة النسبية بين المصدر و المراقب .
c: سرعة الضوء (m/s).

نستخدم + إذا تحرك مصدر الضوء و المراقِب كل منهما في اتجاه الآخر .مقتربين
و – إذا تحرك مصدر الضوء و المراقِب مبتعدين عن بعضهما .

انزياح دوبلر :-

معادلة تأثير دوبلر للضوء صيغت بدلالة الطول الموجي بدلاً من التردد .. لأن المشاهدات حول تأثير دوبلر تمت في سياق علم الفلك .

$$\lambda_{\text{المُراقب}} = \lambda \pm \Delta\lambda = \lambda \frac{v}{c}$$

$\Delta\lambda$: الفرق في الطول الموجي (m) $\lambda_{\text{المراقب}}$: الطول الموجي للضوء المُراقب (m) λ: الطول الموجي الحقيقي لضوء المصدر(m)
v: السرعة النسبية بين المصدر و المراقِب (m/s) c: سرعة الضوء (m/s)

الإشارة + : إذا تحرك المصدر و المراقِب مبتعدين عن بعضهما .
السرعة المتجهة النسبية للمصدر في اتجاه يبتعد عن المراقب .
الضوء مزاح نحو الأحمر .
f ينقص ، λ يزيد .

الإشارة – : إذا تحرك المصدر و المراقِب مقتربين من بعضهما .
السرعة المتجهة النسبية للمصدر في اتجاه يقترب من المراقب .
الضوء مزاح نحو الأزرق .
f يزيد ، λ ينقص .

[يحدد الباحثون كيفية تحرك المجرات بالنسبة للأرض بمراقبة انزياح دوبلر لطيف الضوء المنبعث من تلك المجرات]

استخدام المطياف :-

لمراقبة طيف الضوء المنبعث من النجوم . ، وقياس انزياح دوبلر للأطوال الموجية المنبعثة من النجوم .

إدوين هايل : حلل الطيف المنبعث من عدة مجرات وتوصل إلى أن الكون يتمدد .
لاحظ أن خطوط الطيف للعناصر المألوفة كانت ذات أطوال موجية أطول من المتوقع .

استنتاج هايل أن المجرات تتحرك مبتعدة عن الأرض. ، لأن المجرات كانت ترسل إلى الأرض ضوءاً مزاحاً نحو الأحمر.

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم التالية باستخدام المصطلحات التالية : الموجة ، c ، تأثير دوبلر ، الاستقطاب .

2) لا ينتقل الصوت خلال الفراغ ، فكيف تعرف أن الضوء ينتقل في الفراغ ؟
يصل ضوء الشمس إلينا من خلال الفراغ .

3) ما الذي يتناسب طردياً مع استضاءة سطح بمصدر ضوئي ؟ و ما الذي يتناسب معه عكسياً ؟
تتناسب الاستضاءة على سطح ما طردياً مع شدة إضاءة مصدر الضوء ، وتتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين السطح و مصدر الضوء .

4) ما افتراض جاليليو بالنسبة لسرعة الضوء ؟ سرعة الضوء كبيرة جداً إلا إنها محددة .

5) ماذا يحدث للاستضاءة على صفحات الكتاب عند تحريك المصباح بعيداً عن الكتاب ؟
تتناقص الاستضاءة كما تم وصفها بقانون التربيع العكسي .

6) ماذا يحدث لشدّة إضاءة المصباح عند تحريكه بعيداً عن الكتاب ؟
لا يوجد تغير ، لا تؤثر المسافة في شدة الإضاءة .

7) الصور المستقطبة يضع مصورو الفوتوجراف مرشّحات استقطاب فوق عدسات الكاميرا لكي تبدو الغيوم أكثر وضوحاً ، فتبقى الغيوم بيضاء في حين تبدو السماء داكنة بصورة أكبر . وضح ذلك معتمداً على معرفتك بالضوء المستقطب .
يعد الضوء المُشتت من الغلاف الجوي ضوءاً مستقطباً ، إلا أن الضوء المُشتت عن الغيوم غير مستقطب . حيث يقلل المصور كمية الضوء المستقطب الذي يصل إلى الفيلم عن طريق تدوير المرشح .

8) إذا كان لديك الأصباغ التالية : الصفراء ، الزرقاء الفاتحة و الحمراء المزرقة فكيف تستطيع عمل صبغة زرقاء اللون ؟ وضح إجابتك .
مزج الصبغة الزرقاء الفاتحة بالصبغة الحمراء المزرقة (الأرجوانية) .

9) إذا وضعت قطعة سلوفان حمراء على مصباح يدوي ، ووضعت قطعة سلوفان خضراء على مصباح آخر . وسلطت حزماً ضوئية على حائط أبيض اللون فما الألوان التي ستراها عندما تتراكب الحزم الضوئية للمصباحين؟
الأصفر

10) يحتاج الضوء إلى زمن مقداره 1.28 s لينتقل من القمر إلى الأرض . فما مقدار المسافة بينهما ؟

$$d = v\,t = (3\times10^{8})\,(1.28) = 3.84 \times 10^{8}\ m$$

11) يستهلك مصباح كهربائي ثلاثي الضبط قدرة كهربائية 150 w، 100w، 50w لإنتاج تدفق ضوئي 665 lm، 1620lm، 2285lm في أزرار ضبطه الثلاثة . إذا وضع المصباح على بُعد 80 cm فوق ورقة وكانت أقل استضاءة لازمة لإضاءة الورقة هي 175 lx، فما أقل زر ضبط ينبغي أن يُستخدم ؟

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

$$P = 4\,\pi\,E\,d^{2} = 4\pi\,(175)\,(0.80)^{2} = 1.4 \times 10^{3}\ lm$$

لذا يجب ضبطه على 100w (1620 lm)

12) يريد أحد الطلاب مقارنة التدفق الضوئي لمصباح ضوئي يدوي بمصباح آخر تدفقه الضوئي 1750 lm وكان كل منهما يضيء ورقة بالتساوي .فإذا كان المصباح 1750 lm يقع على بُعد 1.25 m من الورقة ، في حين كان المصباح الضوئي اليدوي يقع على بُعد 1.08 m، فاحسب التدفق الضوئي للمصباح اليدوي .

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

لما كانت الاستضاءة متساوية

$$E_1 = E_2$$

فإن

$$\frac{P_1}{d_1^{2}} = \frac{P_2}{d_2^{2}}$$

$$P_2 = \frac{P_1\,d_2^{2}}{d_1^{2}}$$

$$= \frac{(1750)\,(1.08)^{2}}{(1.25)^{2}}$$

$$= 1.31 \times 10^{3}\ lm$$

الاختبار المقنن (الفصل 9)

1) شوهد نجم مستعر في عام 1987في مجرة قريبة ، واعتقد العلماء أن المجرة تبعد 1.66×10^{21} m
ما عدد السنوات التي مضت على حدوث انفجار النجم فعلياً قبل رؤيته ؟

$t = d / c = (1.66\times10^{21}) / (3\times10^{8}) = 5.53\times10^{12}$s

a- 5.53×10^{3} Yr c- 5.53×10^{12} Yr

b- ☆ 1.75×10^{5} Yr d- 1.74×10^{20} Yr

نحول إلى سنه ÷ (عددأيام السنة×عددساعات اليوم×عددالدقائق×عددالثواني)

$(5.53\times10^{12}) / ((365)\times(24)\times(3600)) = 175355.14 = 1.75 \times 10^{5}$ Yr

2) تتحرك مجرة مبتعدة بسرعة 5.8×10^{6} m/s ويبدو تردد الضوء الصادر عنها 5.6×10^{14} Hz بالنسبة لمراقب ... ما تردد الضوء المنبعث منها ؟

(-)

$f_{\text{المراقب}} = f\,(1 - v/c)$

$5.6 \times 10^{14} = f\,(1 - 5.8\times10^{6}/3\times10^{8})$

$5.6 \times10^{14} = 0.98\,f$

$\Rightarrow f = (5.6\times10^{14}) / (0.98) = 5.71 \times 10^{14}$ Hz

a- 101×10^{13} Hz c- ☆ 5.7×10^{14} Hz

b- 5.5×10^{14} Hz d- 6.2×10^{14} Hz

3) إذا احتاج الضوء الصادر عن الشمس إلى 8.0 min للوصول إلى الأرض فكم تبعد الشمس عنها ؟

$\times 60 = 480$s

$d = t\,c$

$= (480)\,(3\times10^{8}) = 1.4\times10^{11}$m $= 1.4\times10^{8}$km

a- 2.4×10^{9} m c- ☆ 1.4×10^{8} km

b- 1.4×10^{10} m d- 2.4×10^{9} km

4) ما مقدار تردد ضوء طوله الموجي 404 nm في الفراغ ؟

$\times 10^{-9}$ m

$\lambda = c/f \Rightarrow f = c/\lambda$

$= (3\times10^{8}) / (404\times10^{-9}) = 7.43\times10^{14}$ Hz

a- 2.48×10^{-3} Hz c- 2.48×10^{6} Hz

b- 7.43×10^{5} Hz d- ☆ 7.43×10^{14} Hz

5) إذا كانت الاستضاءة الناتجة بفعل مصباح ضوئي قدرته 60.0 w على بعد 3.0 m تساوي 9.35 lx فما التدفق الضوئي الكلي للمصباح ؟

$E = P / 4\pi r^{2} \Rightarrow P = E\,(4\,\pi\,r^{2})$

$= 9.35\,(4\,\pi\,(3)^{3})$

$= 101 \times 10^{3}$ lm

a- 8.3×10^{-2} lm c- 1.2×10^{2} lm

b- 7.4×10^{-1} lm d- ☆ 101×10^{3} lm

6) ماذا نعني بعبارة (إنتاج اللون باختزال أشعة الضوء) ؟

a- مزج الضوء الأخضر و الأحمر و الأزرق ينتج عنه الضوء الأبيض .

b- ينتج لون عن إثارة الفوسفور بالإلكترونات في جهاز التلفاز .

c- يتغير لون الطلاء باختزال ألوان معينة .. ومنها إنتاج الطلاء الأزرق من الأخضر بالتخلص من اللون الأصفر.

d- ☆ يتكون اللون الذي يظهر به الجسم نتيجة امتصاص أطوال موجية محددة للضوء وانعكاس بعضها الآخر .

الانـــعـــكـــاس و الـــمـــرايـــــا

- شاهد الإنسان قديماً انعكاساً لصورة وجهه في البحيرات .
- عرف المصرين أن الانعكاس يتطلب سطحاً أملس مصقولاً .
- ثم جاء العالم فوكولت وطلى الزجاج بالفضة .

انعكاس الضوء: ارتداد الضوء بعد سقوطه على سطح ما .

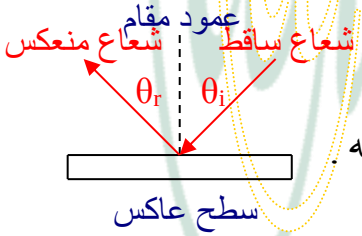
أ- انعكاس منتظم ... يكون صورة واضحة .

ب- انعكاس غير منتظم ... لا يكون صور واضحة .

قانونا الانعكاس :

- زاوية انعكاس الشعاع المحصور بين العمود المقام و الشعاع المنعكس تساوي زاوية السقوط المحصورة بين العمود المقام و الشعاع الساقط .
- الشعاع الساقط و الشعاع المنعكس و العمود المقام تقع جميعاً في مستوى واحد .

سلوك الضوء المنعكس يعتمد على طبيعة السطح العاكس و زاوية السقوط .



العمود المقام :خط وهمي عمودي على السطح العاكس عند نقطة سقوط الضوء عليه .

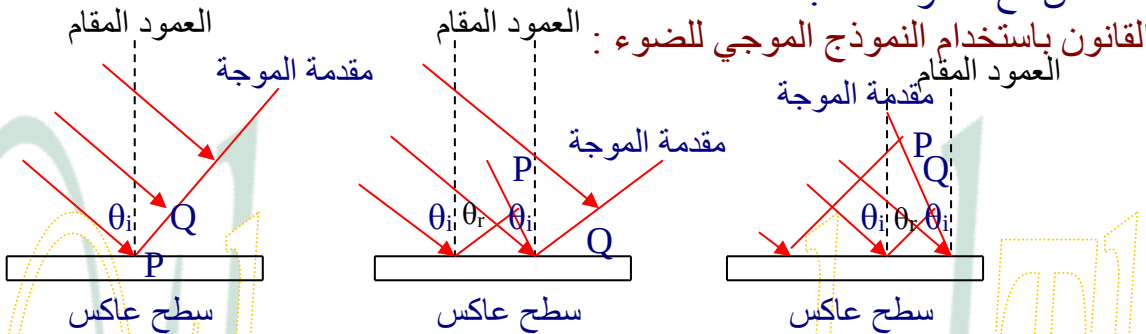
$\theta_r = \theta_i$

θ_r : زاوية الانعكاس .

θ_i : زاوية السقوط .

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

يمكن تفسير هذا القانون باستخدام النموذج الموجي للضوء :



مقدمة الموجة تقترب من السطح العاكس وعندما تصل كل نقطة على امتداد مقدمة الموجة إلى السطح العاكس فإنها تنعكس بالزاوية نفسها كالنقطة السابقة لها ... ولأن النقاط جميعها تنتشر بالسرعة نفسها فإنها ستقطع المسافة الكلية نفسها خلال الزمن نفسه ... لذا تنعكس مقدمة الموجة كاملة عن السطح بزاوية مساوية لزاوية سقوطها ...

الطول الموجي للضوء لا يؤثر في الانعكاس ...

[ألوان الضوء الأحمر و الأخضر و الأزرق جميعها تتبع قانون الانعكاس]

الـسـطـوح الملسـاء و الـسـطـوح الـخـشـنـة

الانعكاس المنتظم — الانعكاس غير المنتظم

انعكاس الأشعة متوازية عندما تسقط متوازية على سطح أملس .. السطح الاملس (المصقول): المرآة . — انعكاس مضطرب مشتت ناتج عن سطح خشن .. السطح الخشن :الكتاب أو الجدار الأبيض .

[قانون الانعكاس ينطبق على السطحين الأملس و الخشن]

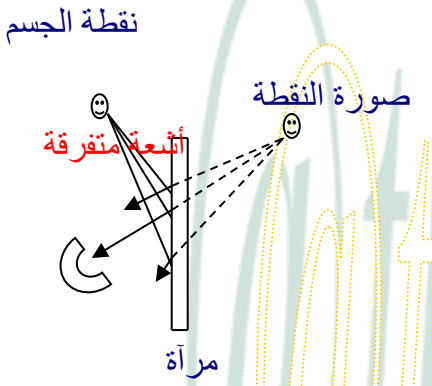
[الأشعة الساقطة متوازية على سطح خشن لا يمكن أن تنعكس متوازية]

لا يمكن رؤية حزمة الضوء المنعكسة عن السطوح الخشنة علل

لان أشعة الضوء المنعكسة تفرقت و تشتت في اتجاهات مختلفة .

لا يمكن اتخاذ الجدار أو الورقة مرآة علل لأنهما يشتتان الأشعة المنعكسة .

الأجسام و الصور في المرايا المستوية



المرآة المستوية :-

سطح مستو أملس ينعكس عنه الضوء انعكاساً منتظماً ...

الجسم هو مصدر الأشعة الضوئية التي ستعكس عن سطح المرآة وقد يكون مصدراً مضيئاً أو مستضيئاً .

في المرآة المستوية الصورة تتكون من اتحاد صورة النقاط الناتجة بفعل الأشعة الضوئية المنعكسة .

[صور الأجسام المتكونة في المرايا المستوية صورة خيالية دائماً] علل لأنها تكونت من تشتت الأشعة الضوئية عن المرآة .

الصورة في المرايا المستوية :- $|d_i| = d_o$ ، $d_o > 0$

الصورة تظهر خلف المرآة ... الصورة معكوسة جانبياً ... الصورة معتدلة (في نفس اتجاه الجسم) ...

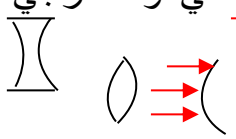
بُعد الصورة يساوي بُعد الجسم ... طول الصورة يساوي طول الجسم ...

$d_i = -d_o$ (بعد الصورة عن المرآة) (بعد الجسم عن المرآة) $h_i = h_o$ (طول الصورة) (طول الجسم)

الإشارة (-) تعني الصورة خيالية .

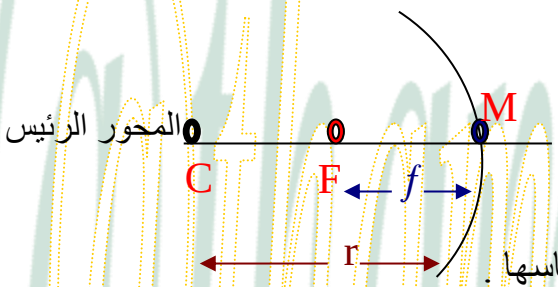
المرايا الكروية :-

عبارة عن جزء من سطح كرة يكون أحد سطحيها الداخلي أو الخارجي مصقولاً و عاكساً للضوء .



مرايا مقعرة (لامة) : سطحها الداخلي عاكساً .

مرايا محدبة (مفرقة) : سطحها الخارجي عاكساً .



M قطب المرآة : نقطة تقاطع المحور الرئيس مع سطح المرآة .

F البؤرة الأصلية للمرآة المقعرة :

نقطة تتجمع فيها الأشعة الموازية لمحور المرآة بعد انعكاسها ...

(تقع في منتصف المسافة بين مركز التكور C و القطب M) .

F البؤرة الخيالية للمرآة المحدبة :

نقطة تتجمع فيها امتدادات الأشعة الموازية لمحور المرآة بعد انعكاسها .

f البعد البؤري : البعد بين قطب المرآة وبؤرتها الأصلية .

C مركز التكور : نقطة تمثيل مركز تكور الكرة التي اقتطعت منها هذه المرآة .

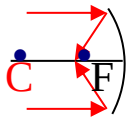
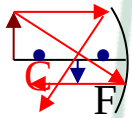
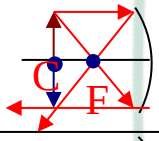
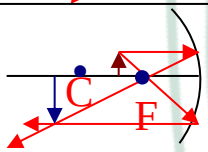
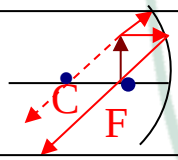
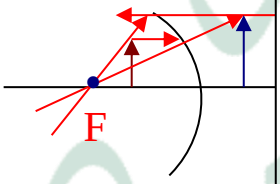
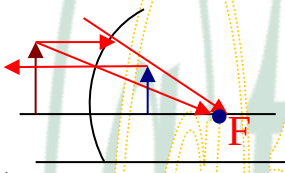
r نصف قطر هذه الكرة = ضعف طول البعد البؤري $2f$ ، $r = 2f$

المحور الرئيس : خط مستقيم متعامد مع سطح المرآة حيث يقسمها (في الرسم) إلى قسمين .

[الشعاع الساقط على مرآة مقعرة موازياً للمحور الرئيس ينعكس ماراً بالبؤرة .]

[الشمس مصدر للأشعة المتوازية] علل لأنها بعيدة جداً .

تـكـون الـصـور بـالـمـرايـا الـكـرويـة

	موقع الجسم	موقع الصورة	صفات الصورة	مسارات الأشعة
المرآة المقعرة البعد البؤري (+) f $r>d_2>f$ $d_o>r$ $d_i>r$ $r>d_o>f$ $d_i>d_o$ سالب $f>d_o>0$	بعيد جداً	في البؤرة	حقيقة – مقلوبة مصغرة جداً	
	أمام مركز التكور على بعد أكبر من $2f$	بين البؤرة ومركز التكور	حقيقية – مقلوبة مصغرة	
	في مركز التكور على بعد يساوي $2f$	في مركز التكور	حقيقة – مقلوبة مساوية	
	بين البؤرة ومركز التكور. على بعد أكبر من f وأقل من r	أمام مركز التكور على بعد أكبر من r	حقيقة – مقلوبة مكبرة	
الزوغان الكروي: عيب في المرآة الكروية لايسمح للأشعة الضوئية المتوازية البعيدة عن المحور بالتجمع في البؤرة	في البؤرة	في المالا نهاية	حقيقة – مقلوبة مكبرة	
<= صورة مشوشة غير تامة . سببه: القطر الكبير للمرايا الكروية نسبة إلى نصف القطر الصغير لانحنائها أثناء تصنيع المرآة قوي)	بين البؤرة و المرآة	خلف المرآة	خيالية – معتدلة مكبرة	
البعد البؤري (-) f $\|f\|>\|d_i\|>0$ سالب	أمام مرآة محدبة	خلف المرآة	خيالية – معتدلة مصغرة	

المرآة المحدبة تكون صوراً خيالية علل لأن الأشعة المنعكسة عن المرآة المحدبة مشتتة دائماً
المرآة المحدبة تستخدم على جوانب السيارات للرؤية الخلفية علل تعمل على توسيع مجال الرؤية للسائق ...

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$ [معادلة المرآة لا تتنبأ بالزوغان الكروي] علل [لأنها تعتمد على الاشعة المحورية في تكوين الصور]

التكبير (m) : الزيادة أو النقصان في حجم الصورة بالنسبة إلى حجم الجسم .

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

m : التكبير. h_i : طول الصورة . h_o : طول الجسم .
d_i : بعد الصورة عن المرآة. d_o : بعد الجسم عن المرآة.

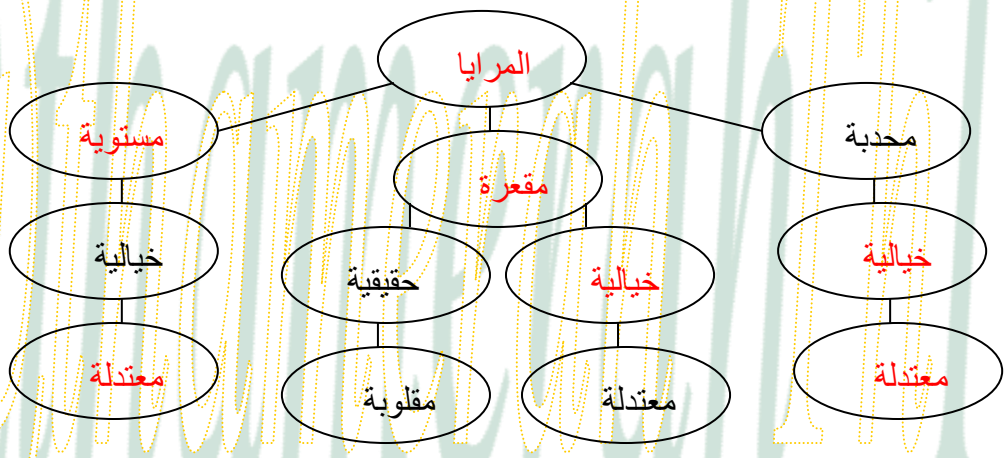
$$f = \frac{d_o\, d_i}{d_o + d_i}$$

بعد الصورة d_i	طول الصورة h_i
+ صورة حقيقية	+ صورة خيالية معتدلة
- صورة خيالية	- صورة حقيقية مقلوبة

$0 < |m| < 1$ <= الصورة أصغر من الجسم
$1 < |m|$ <= الصورة أكبر من الجسم
(-) m <= الصورة تكون مقلوبة

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم باستخدام المصطلحات التالية : محدبة ، معتدلة ، مقلوبة ، حقيقية ، خيالية .



2) أين تقع الصورة التى تكوّنها المرآة المستوية ؟

تقع الصورة على الخط المتعامد مع المرآة ، وتقع خلف المرآة على بُعد مساوٍ لبعد الجسم الموضوع أمام المرآة .

3) ما الخلل أو العيب الموجود في جميع المرايا الكروية المقعرة ؟ وما سببه ؟

الأشعة المتوازية و الموازية للمحور الرئيس التى تسقط على حواف المرآة المقعرة الكروية لا تنعكس مارة بالبؤرة ويسمى هذا التأثير الزوغان الكروي .

4) ما العلاقة بين مركز تكور المرآة المقعرة وبعدها البؤري ؟

$$C = 2f$$

5) لماذا يستحيل تكوين صور حقيقية بالمرآة المحدبة ؟

لأنها تشتت الأشعة الضوئية دائماً .

6) صفحات الكتاب لماذا يُفضل أن تكون صفحات الكتاب خشنة على أن تكون ملساء و مصقولة ؟

الصفحات الملساء و المصقولة تعكس الضوء بتشتت أقل من الصفحات الخشنة ، لذا ينتج عن الصفحات الملساء وهج أكبر .

7) المنظار الفلكي (التلسكوب) إذا احتجت إلى مرآة مقعرة كبيرة لصنع تلسكوب يكوّن صوراً ذات جودة عالية فهل تستخدم مرآة كروية أم مرآة قطع مكافئ ؟ وضح ذلك .

استعمال مرآة قطع مكافئ للتخلص من الزوغان الكروي .

8) سقط شعاع ضوئي بزاوية 38° مع العمود المقام عند نقطة السقوط . ما الزاوية التى يصنعها الشعاع المنعكس مع العمود المقام ؟

$$\theta_r = \theta_i \Rightarrow = 38^\circ$$

9) بيت الألعاب يقف طالب بالقرب من مرآة محدبة في بيت الألعاب . فلاحظ أن صورته تظهر بطول 0.60 m . فإذا كان تكبير المرآة 1/3 فما طول الطالب ؟

$$m = h_i / h_o \quad => \quad h_o = h_i / m$$
$$= (0.60) / (1/3) \quad = 1.8 \text{ m}$$

10) المرآة المستخدمة للرؤية الخلفية على أي بُعد تظهر صورة سيارة خلف مرآة محدبة بعدها البؤري 6.0 m –، عندما تكون السيارة على بُعد 10.0 m من المرآة ؟

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

$$d_i = \frac{d_o\ f}{d_o - f}$$
$$= \frac{(10)\ (-6)}{(10) - (-6)}$$
$$= - 3.8 \text{ m}$$

11) المرآة المستخدمة لرؤية الأسنان يستخدم طبيب أسنان مرآة مقعرة صغيرة نصف قطرها 40 mm لتحديد نخر في إحدى أسنان المريض ، فإذا كانت المرآة على بُعد 16 mmمن السن ، فما تكبير الصورة الناتجة ؟

$$f = r/2 = (40)/2 = 20 \text{ mm}$$
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

$$d_i = \frac{d_o\ f}{d_o - f}$$

$$= \frac{(16)\ (20)}{16 - 20}$$
$$= - 80 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{- (- 80)}{16}$$
$$= 5$$

الاختبار المقنن (الفصل 10)

1) أين يجب وضع جسم بحيث تكوّن له مرآة مقعرة صورة مصغرة ؟

a- في بؤرة المرآة .
c- بين البؤرة ومركز التكور .
b- بين البؤرة و المرآة .
d- خلف مركز التكور . ☆

2) ما البعد البؤري لمرآة مقعرة ، إذا كبرّت جسماً موضوعاً على بعد 30 cm منها بمقدار 3.2 + مرة ؟

$m = - d_i / d_o \Rightarrow d_i = -md_o = -(3.2)(30) = -96cm$

$f = (d_o d_i) / (d_o + d_i) = ((30)(-96)) / (30 + (-96)) = 2880/66 = 43.7\ cm = 44\ cm$

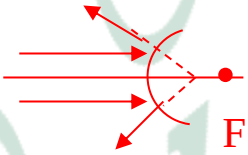
a- 23 cm
b- 32 cm
c- 44 cm ☆
d- 46 cm

3) وضع جسم على بُعد 21 cm أمام مرآة مقعرة بعدها البؤري 14 cm ... مابُعد الصورة ؟

$d_i = d_o f / (d_o - f) = (21)(14) / (21-14) = 42\ cm$

a- - 42 cm
b- - 8.4 cm
c- 8.4 cm
d- 42 cm ☆

4) لا تتجمع امتدادات الأشعة الضوئية بدقة في البؤرة في الشكل أدناه ... وهذه المشكلة تحدث في :



a- المرايا الكروية جميعاً . ☆
c- المرايا الكروية المعيبة فقط .
b- مرايا القطع المكافئ جميعاً .
d- مرايا القطع المكافئ المعيبة فقط .

5) تكونت صورة مقلوبة طولها 8.5 cm أمام مرآة مقعرة على بُعد 34.5 cm منها ... فإذا كان البعد البؤري للمرآة 24.0 cm ... فما طول الجسم الذي مثلته هذه الصورة ؟

$d_o = d_i f / (d_i - f) = ((34.5)(24))/(34.5 - 24) = 78.86\ cm$

$h_o = (h_i d_o)/(d_o - f) = ((38.6)(16)) / (38.6 - 16) = 27.3\ cm$

a- 2.3 cm
b- 3.5 cm
c- 14 cm
d- 19 cm ☆

6) كونت مرآة مقعرة بعدها البؤري 16 cm صورة على بُعد 38.6 cm منها ... ما بُعد الجسم عن المرآة ؟

$d_i = d_o f / d_o - f = (38.6)(16) / (38.6-16) = 27.3\ cm$

a- 2.4 cm
b- 11.3 cm
c- 22.6 cm
d- 27.3 cm ☆

7) كونت مرآة محدبة صورة لجسم حجمها حجم الجسم وبُعد 8.4 cm خلف المرآة .. ما البعد البؤري للمرآة ؟

$d_o = - d_i / m = -(8.4) / (0.75) = 11.2\ cm$

$f = d_o d_i / (d_o + d_i) = ((11.2)(-8.4)) / ((11.2)+(-8.4)) = -34cm$

a- - 34 cm ☆
b- - 11 cm
c- - 6.3 cm
d- - 4.8 cm

8) وضعت كأس على بُعد 17 cm من مرآة مقعرة ، فتكونت لها صورة على بُعد 34 cm أمام المرآة ... ماتكبير الصورة ؟ واتجاهها ؟

$m = -d_i / d_o = -(34) / 17 = - 2$

a- 0.5 (مقلوبة)
b- 0.5 (معتدلة)
c- 2.0 (مقلوبة) ☆
d- 2.0 (معتدلة)

انـكسـار الـضـوء وقـانـون سنـل

انكسار الضوء :-

الأشياء التي تحت سطح الماء تبدو أقرب من البعد الحقيقي لها ...

قدما الشخص الواقف في البركة تبدوان و كأنهما تتحركان إلى الخلف و إلى الأمام .

الخطوط التي في قاع البركة تبدو وكأنها تتمايل مع حركة الماء .

[ينحني مسار الضوء عند عبوره لحد فاصل بين وسطين] علل بسبب الانكسار .... (بسبب اختلاف سرعته) ..

مقدار الانكسار يعتمد على :

خصائص الوسطين الشفافين ... زاوية سقوط الضوء على الحد الفاصل ...

قانون سنل في الانكسار :

حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول في جيب زاوية السقوط = حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثاني في جيب زاوية الانكسار ..

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

n_1: معامل انكسار الوسط 1 . n_2: معامل انكسار الوسط 2. θ_1: زاوية السقوط . θ_2: زاوية الانكسار .

معامل الانكسار = $\frac{\text{سرعة الضوء في الهواء}}{\text{سرعة الضوء في الوسط}}$ ، $n = \frac{c}{v}$

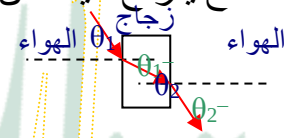
علاقة الطول الموجي بمعامل الانكسار : $\lambda = \frac{\lambda_o}{n}$ ، λ : الطول الموجي للضوء في الوسط .

λ_o : الطول الموجي للضوء في الفراغ .

زاوية السقوط : الزاوية المحصورة بين العمود المقام واتجاه الشعاع الساقط .

زاوية الانكسار : الزاوية المحصورة بين العمود المقام واتجاه الشعاع المنكسر .

[زاوية سقوط شعاع الضوء على زجاج النافذة تساوي خروجه ... ولكن الشعاع ينزاح قليلاً عن موضعه الأصلي ... $\theta_1 = \theta_2$]



[$n_1 < n_2$ فإن $\sin\theta_1 > \sin\theta_2$] عندما ينتقل الضوء من مادة معامل انكسارها صغير إلى مادة معامل انكسارها أكبر فإن حزمة الضوء تنحرف مقتربة من العامود المقام على السطح . (من الهواء إلى الزجاج)

[$n_1 > n_2$ فإن $\sin\theta_1 < \sin\theta_2$] عندما ينتقل الضوء من مادة معامل انكسارها كبير إلى مادة معامل انكسارها أصغر فإن حزمة الضوء تنحرف مبتعدة عن العمود المقام على السطح . (من الزجاج إلى الهواء)

النمـــوذج المـوجـي في الانـكـســـار

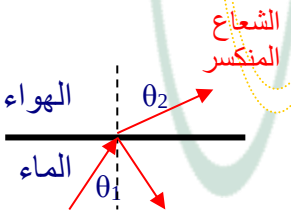
طول موجة الضوء في وسط $\lambda = \frac{v}{f}$

[الضوء يتحرك في أي وسط بسرعة أصغر من سرعته في الفراغ] علل
لأن الضوء يتفاعل مع الذرات عند انتقاله خلال الوسط .

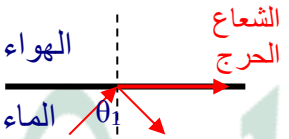
[الطول الموجي للضوء في أي وسط أقصر من الطول الموجي للضوء في الفراغ] علل تردد الضوء لا يتغير عندما يعبر الحد الفاصل بين وسطين ، لذا ينقص الطول الموجي للضوء عندما تنقص سرعة الضوء ...

العلاقة بين زاوية السقوط وزاوية الانكسار و الطول الموجي و السرعة ....

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$



الانعكاس الكلي الداخلي :-
عندما يعبر الضوء إلى وسط معامل انكساره أصغر تكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط ... عند زيادة زاوية السقوط تزداد زاوية الانكسار ...
عندما يسقط ضوء على حد فاصل شفاف فإن معظم الضوء ينفذ بينما ينعكس جزء منه ...

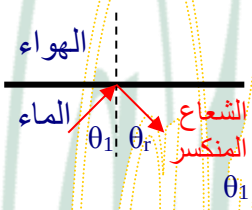


الزاوية الحرجة :-
زاوية السقوط التى تنكسر عندها الشعاع على امتداد الحد الفاصل بين الوسطين ...

$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$ θ_c: الزاوية الحرجة للانعكاس الكلي الداخلي .

n_1: معامل الانكسار لوسط السقوط n_2: معامل الانكسار لوسط الانكسار

شرطا حدوث الانعكاس الكلي الداخلي :-
1) سقوط الشعاع الضوئي من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط معامل انكساره أصغر .
2) عند سقوط الضوء على الحد الفاصل بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة ينعكس كله إلى الوسط الذي معامل انكساره أكبر .



تأثيرات الانعكاس الكلي الداخلي :-
عند الغوص في بركة ماء ساكن و النظر إلى أعلى سطح الماء قد نرى انعكاساً مقلوباً لجسم آخر قريب موجود أسفل سطح الماء ... أو نرى انعكاساً لقاع البركة .
عندما يسبح شخص تحت الماء بالقرب من السطح فإن الشخص الواقف في الجهة المقابلة أعلى البركةقد لايراه علل
لأن الضوء القادم من الجسم نفسه و الساقط بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة ينعكس إلى الأسفل ليرتد إلى داخل البركة .

الألياف البصرية : تعتبر تطبيقاً مهماً على الانعكاس الكلي الداخلي .
الضوء الذي ينتقل خلال الليف الشفاف يصطدم بالسطح الداخلي لليف البصري بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس الضوء جميعه ولا ينفذ أي جزء خلال الحد الفاصل .
وظيفة الألياف البصرية : نقل الضوء من منطقة إلى أخرى .
[الألياف البصرية تحافظ على شدة الضوء على طول المسافة التي يمتدها الليف البصري]

الـسـراب وتـحـلـيـل الـضـوء

الـسـراب :

في الصيف عندما تقود السيارة على الطريق فإنك ترى ما يبدو و كأنه انعكاس للسيارة القادمة في بركة ماء ... وذلك بسبب تسخين الشمس للطريق التي تسخن بدورها الهواء فوقها وتنتج طبقة حرارية من الهواء تؤدي إلى انحراف الضوء المنتقل خلالها ...

تفسير السراب :

عندما ينتقل الضوء من جسم بعيد إلى أسفل نحو الطريق فإن معامل انكسار الهواء ينقص بسبب سخونة الهواء . تنتقل مويجات هيجنز (مقدمات موجات الضوء) القريبة من سطح الأرض أسرع من تلك المويجات التي في الأعلى مما يؤدي إلى انحراف مقدمات الموجات تدريجياً إلى أعلى ...

السراب القطبي :

يحدث عندما يبدو انعكاس قارب بعيد فوق القارب نفسه . علل لأن الهواء القريب من الماء بارد .

تفريق أو تحليل أو تشتت الضوء :-

تحليل الضوء الأبيض إلى طيف من الألوان عند مروره خلال منشور زجاجي أو قطرات الماء في الغلاف الجوي.

[اللون البنفسجي ينكسر أكبر من اللون الأحمر] علل

لأن سرعة الضوء البنفسجي خلال الزجاج أبطأ منها للضوء الأحمر فيكون معامل الانكسار للزجاج للضوء البنفسجي أكبر من الأحمر ...

قوس المطر :

طيف يتشكل عندما يتفرق ضوء الشمس بفعل قطرات الماء في الغلاف الجوي .

كيفية حدوثه :

ينكسر ضوء الشمس الساقط على قطرات الماء حيث ينكسر كل لون بزاوية مختلفة قليلاً بسبب التشتت ..
يحدث انعكاس داخلي لبعض الضوء على السطح الخلفي للقطرة .
عند خروج الضوء يحدث له انكسار مرة أخرى ويتفرق .
كل قطرة تنتج طيفاً كاملاً إلا أنه يصل لون واحد فقط إلى المراقب (الموجود بين الشمس و المطر) بسبب التفريق

[نرى أحياناً قوس مطر ثانٍ باهت خارج الأول وله ترتيب ألوان معكوس] علل

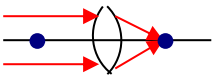
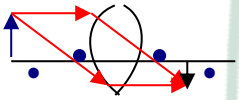
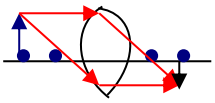
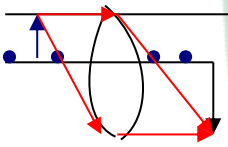
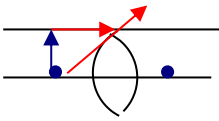
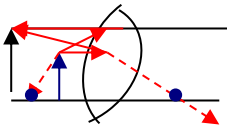
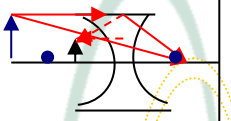
بسبب انعكاس أشعة الضوء مرتين في داخل قطرة الماء ...

الـعـدسـة :-

قطعة من مادة شفافة من الزجاج أو البلاستيك ... تُستخدم في تركيز الضوء وتكون الصور ... (لها بؤرتان) ...

العدسة المحدبة عدسة سميكة في وسطها وأصغر سمكاً عند أطرافها ..
تجعل الأشعة المتوازية الساقطة عليها تتجمع في نقطة عندما يكون معامل انكسار الوسط المحيط بها أصغر من معامل انكسارها .
العدسة المقعرة تفرق الأشعة .

تـكـون الـصـور بـالـعـدسـات

	موقع الجسم	موقع الصورة	صفات الصورة	مسارات الأشعة
العدسة المحدبة البعد البؤري +	بعيد جداً في مالانهاية	في البؤرة	مصغرة جداً - حقيقية مقلوبة .	
تستخدم لحرق ورقة بتجميع أشعة الشمس المتوازية في بؤرة عدسة محدبة	الجسم خلف البعد البؤري مسافة أكبر من $2f$	أمام البعد البؤري مسافة أكبر من f واصغر من $2f$	مصغرة – حقيقية مقلوبة .	
	في البعد البؤري2 مسافة تساوي $2f$	في البعد البؤري2	مساوية – حقيقية مقلوبة .	
$2f>d_i>f$ $d_o>2f$	بين البؤرتين مسافة أكبر من f وأصغر من $2f$	خلف البؤرة 2 مسافة أكبرمن $2f$	مكبرة – حقيقية مقلوبة .	
$d_i>2f$ $2f>d_o>f$	في البعد البؤري	في المالانهاية	غير محددة الملامح	
$\|d_i\|>d_o$ سالب $f>d_o>0$	بين مركز التكور والبؤرة	في نفس جهة الجسم	مكبرة – خيالية معتدلة .	
العدسة المقعرة البعد البؤري - $\|f\|>\|d_i\|>0$ سالب $d_o>0$	أمام العدسة	في نفس جهة الجسم	مصغرة – خيالية معتدلة .	

العدسة المقعرة تشتت الضوء الساقط عليها و المار بها عندما يكون معامل انكسار الوسط المحيط أصغر من معامل انكسار ها ...

معادلتا العدسة :

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

معامل التكبير :

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

بعد الصورة d_i
+ صورة حقيقية
- صورة خيالية

طول الصورة h_i والتكبير m
+ صورة معتدلة
- صورة مقلوبة

$0 < |m| > 1$ الصورة أصغر من الجسم .
$1 < |m|$ الصورة تكون أكبر من الجسم .
(-) m الصورة تكون مقلوبة بالنسبة للجسم .

عيوب العدسات الكروية :

الزوغان الكروي : عدم قدرة العدسات الكروية على تجميع الأشعة المتوازية كلها في نقطة واحدة .

السبب: اتساع سطح العدسة ... وينتج عن ذلك : صورة مشوشة غير تامة ...

علاجه : اختيار نصفي قطرين مناسبين للعدسة .

الزوغان اللوني : تشتت الضوء الذي يمر خلال العدسة قليلاً وخصوصاً بالقرب من الأطراف .

السبب : استخدام عدسة مفردة تعمل مثل المنشور. ينتج عن ذلك : الجسم يظهر من خلال العدسة محاطاً بالألوان .

علاجه : استخدام العدسات اللالونية .

العدسات اللالونية: يقصد بها نظام مكون من عدستين أو أكثر مثل عدسة محدبة مع عدسة مقعرة لهما معاملا انكسار مختلفين .

[التشتت الذي تسببه العدسة المحدبة يُلغى تقريباً بالتشتت الذي تسببه العدسة المقعرة .]

تطبيقات العدسات

العين البشرية : أداة بصرية مملوءة بسائل ... وهي على هيئة وعاء كروي تقريباً يسمى مُقلة العين ...

1- ينتقل الضوء المنبعث من الجسم أو المنعكس عنه إلى داخل العين عبر القرنية .
2- الضوء يمر خلال العدسة ويتركز على الشبكية الموجودة في مؤخرة العين .
3- الخلايا المتخصصة في الشبكية تمتص الضوء وترسل المعلومات المتعلقة بالصورة إلى الدماغ عن طريق العصب البصري .

[الضوء الداخل إلى العين يتركز عن طريق القرنية وليس العدسة] علل

لأن فرق معامل الانكسار بين الهواء و القرنية أكبر مما هو بين العدسة وما قبلها و بعدها ...

عدسة العين : مسئولة عن التركيز الدقيق الذي يسمح برؤية الأجسام البعيدة و القريبة بوضوح تام .

العضلات المحيطة بالعين :

بواسطة عملية التكيف تستطيع العضلات المحيطة بالعين أن تجعل عدسة العين تنقبض أو تنبسط مما يؤدي إلى تغير بُعدها البؤري ...

عندما ترتخي العضلات يزداد البعد البؤري للعدسة فتتركز صورة الجسم البعيد على الشبكية ...

عندما تنقبض العضلات ينقص البعد البؤري للعدسة فتتركز صورة الجسم القريب على الشبكية ...

قصر النظر وطول النظر :

حاجة بعض الناس إلى العدسات الخارجية – نظارات أو عدسات لاصقة – وذلك لضبط البعد البؤري وتحريك الصور لتقع على الشبكية .

قصر النظر المدى (25-d)

عيب في الرؤية لايستطيع الشخص المصاب به رؤية الجسم البعيد بوضوح ...

سببه: البعد البؤري للعين يكون أصغر من الطبيعي فتتكون الصور أمام الشبكية ...

علاجه :عدسات مقعرة لتُفرق الضوء فيزاد بُعد الصورة وتتكون على الشبكية ....

تصحيحه: $F = \frac{1}{f} = \frac{-1}{d}$

d: أبعد نقطة يراها المصاب بوضوح .

طول النظر المدى (L - ∞)

عيب في الرؤية لايستطيع الشخص المصاب به رؤية الجسم القريب بوضوح ...

سببه: البعد البؤري للعين يكون أكبر من الطبيعي فتتكون الصور خلف الشبكية ...

علاجه: عدسات محدبة تكوّن صوراً خيالية أبعد عن العين من أجسامها فتصبح هذه الصورة أجساماً بالنسبة لعدسة العين و تتركز على الشبكية ...

تصحيحه : $F = \frac{1}{f} = \frac{4L - 100}{L}$

L: أقرب نقطة يراها المصاب بوضوح .

مـن تـطـبـيـقـات الـعـدســـات

التلسكوب (المنظار الفلكي) الكاسر :- يستخدم العدسات لتكبير الأجسام البعيدة .

طريقة عمله :

1) أشعة الضوء المتوازية (القادمة من النجوم و الأجسام الفلكية البعيدة) تدخل العدسة الشيئية المحدبة فتتركز بوصفها صورة حقيقية مقلوبة عند بؤرة العدسة الشيئية ...

2) الصورة المتكونة تصبح جسماً بالنسبة للعدسة العينية المحدبة بحيث تقع بين العدسة العينية و بؤرتها فتتكون صورة خيالية معتدلة أكبر من الصورة الأولى ...

3) الصورة النهائية تبقى مقلوبة بالنسبة للجسم لأن الصورة الأولى كانت مقلوبة ....

يستخدم في المنظار الفلكي عدسات لالونية للتخلص من الزوغان اللوني .

المنظار :-

يكون صور مكبرة للأجسام البعيدة ... كل جانب من المنظار يشبه مقرباً صغيراً ...

طريقة عمله :

1) الضوء يدخل للعدسة الشيئية المحدبة فتقلب الصورة .

2) ينتقل الضوء في المنظار عبر منشورين (ليقلبا الصورة الثانية عن طريق الانعكاس الكلي الداخلي) .

آلات التصوير : آلة التصوير العاكسة ذات العدسة المفردة .

1) يدخل الضوء لآلة التصوير عبر عدسة لالونية .

2) يعمل نظام العدسة على كسر الضوء كما في العدسة المحدبة المفردة فتتكون على المرآة العاكسة صورة مقلوبة تنعكس إلى أعلى باتجاه المنشور الذي يعكس الضوء باتجاه عين المشاهد .

3) عند الضغط على زر الفالق تُرفع المرآة لفترة وجيزة وينتقل الضوء في خط مستقيم ليكون صورة على الفيلم .

المجهر (الميكروسكوب) :

يستخدم في مشاهدة الأجسام الصغيرة .

طريقة عمله :

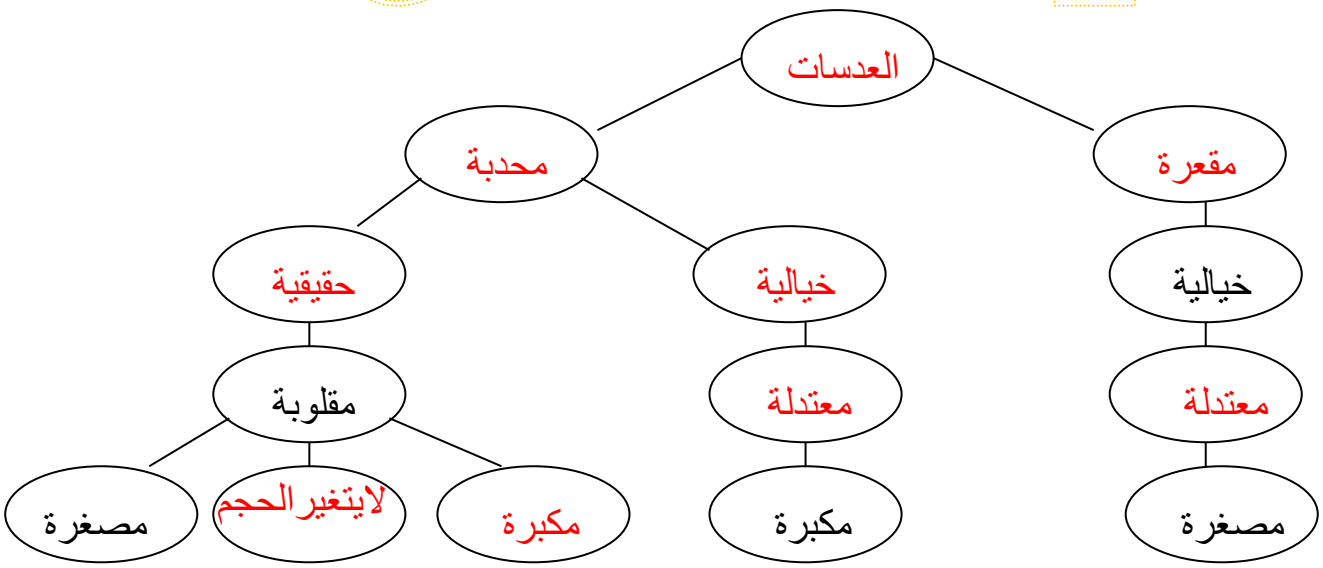
1) يُوضع الجسم بين العدسة الشيئية ومركز تكورها فتتكون صورة حقيقية مقلوبة أكبر من الجسم .

2) تُصبح هذه الصورة جسماً للعدسة العينية تقع بينها وبين بؤرتها فتتكون صورة خيالية معتدلة مكبرة مقارنة بالصورة التي كونتها العدسة الشيئية فيرى المشاهد صورة مقلوبة أكبر من الجسم الأصلي .

@thamerah_Th

حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية : مقلوبة ، مكبرة ، مصغّرة ، خيالية .



2) قارن زاوية السقوط بزاوية الانكسار عندما ينتقل شعاع الضوء من الزجاج إلى الهواء بزاوية لا تساوي صفراً ؟

تكون زاوية السقوط في الزجاج أقل من زاوية الانكسار في الهواء ، لأن معامل انكسار الهواء أقل .

2) فسر لماذا يبدو القمر أحمر اللون في أثناء الخسوف ؟

تحجب الأرض أشعة الشمس ن القمر في أثناء خسوف القمر ، إلا أن الغلاف الجوي للأرض يُسبب انكسار أشعة الشمس ويغير مسارها لتسقط في اتجاه القمر . ولما كان الطول الموجي للضوء الأزرق يتشتت أكثر فإن الضوء الأحمر يصل إلى القمر وينعكس عنه في اتجاه الأرض .

3) ما العامل الذي يحدد موقع البؤرة للعدسة ، غير تقوس سطح العدسة ؟

يحدد أيضاً معامل انكسار المادة التى صنعت منها العدسة موقع بؤرتها .

4) لماذا تعد زيادة المسافة بين العدستين الشيئيتين في المنظار أمراً نافعاً ؟

يعمل ذلك على تحسين المشاهدة الثلاثية الأبعاد .

5) كيف يتغير مقدار الزاوية الحرجة مع زيادة معامل الانكسار ؟

كلما زاد معامل انكسار المادة قلت الزاوية الحرجة .

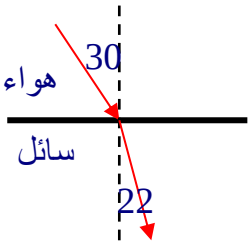
6) يستخدم سباح عدسة مكبرة لمشاهدة جسم صغير في قاع بركة سباحة ، واكتشف أنها لا تُكبر الجسم بشكل جيد ، فسر لماذا لا تعمل العدسة المكبّرة في الماء كما كانت تعمل في الهواء ؟

يكون التكبير في الماء أقل كثيراً من التكبير في الهواء ، لأن الاختلاف في معاملي انكسار الماء و الزجاج أقل كثيراً من الاختلاف بين معاملي انكسار الهواء و الزجاج .

7) لماذا يكون هناك زوغان لوني للضوء المار خلال عدسة ، في حين لا يكون للضوء الذي ينعكس عن مرآة زوغان لوني ؟

يعزى الزوغان اللوني للعدسات إلى تشتت الضوء (للأطوال الموجية المختلفة للضوء سرعات مختلفة في العدسة وتنكسر بزوايا مختلفة بدرجات قليلة) ولا يعتمد الانعكاس في المرايا على الطول الموجي .

8) ينتقل شعاع ضوء من الهواء إلى سائل ما ، كما في الشكل ، حيث يسقط الشعاع على السائل بزاوية 30، وينكسر بزاوية 22 .



a- احسب معامل انكسار السائل باستخدام قانون سنل .

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

$$n_2 = \frac{n_1 \sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{(1)(\sin 30)}{\sin 22} = 1.33$$

9) إذا وضع جسم على بعد 10.0 cm من عدسة مجمعة بعدها البؤري 5.00 cm، فعلى أي بُعد من العدسة تتكون الصورة ؟

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

$$d_i = \frac{d_o f}{d_o + f} = \frac{(10)(5)}{10 - 5} = 10 \text{ cm}$$

10) إذا أردنا استخدام عدسة محدبة لتكون صورة حجمها يساوي 0.75من حجم الجسم ، وأن تكون الصورة على بُعد 24 cmمن الجانب الآخر للعدسة ، فما البعد البؤري للعدسة الي يحقق ذلك ؟

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

$$d_o = \frac{-d_i}{m} = \frac{-(24)}{-0.75} = 32 \text{ cm}$$

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

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

$$= \frac{(32)(24)}{32 + 24} = 14 \text{ cm}$$

الاختبار المقنن (الفصل 11)

1) وجه شعاع من مصباح يدوي على بركة سباحة في الظلام زاوية 46^o بالنسبة للعمود المقام على سطح الماء ..ما مقدار زاوية انكسار الشعاع في الماء ؟ (معامل انكسار الماء 1.33) . $n_1 = 1.0003$ معامل انكسار الهواء

$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \Rightarrow \sin\theta_2 = (n_1/n_2)\sin\theta_1 = 0.541$

$\theta_2 = \sin^{-1}(0.541) = 32.75 = 33^\circ$

a- 18° c- 33° ☆

b- 30° d- 44°

2) إذا كانت سرعة الضوء في الألماس 1.24×10^8 m/s فما معامل انكسار الألماس ؟

$n = c/v = (3\times10^8)/(1.24\times10^8)$

$= (3\times100)/(124) = 2.42$

a- 0.0422 c- 1.24

b- 0.413 d- 2.42 ☆

3) أي مما يأتي لا يؤثر في تشكيل قوس الماء ؟

a- الحيود ☆ c- الانعكاس

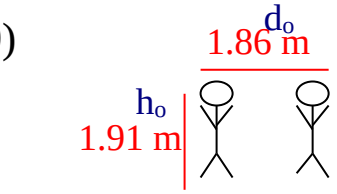
b- التشتت d- الانكسار

4) التقط أحمد صورة لأخيه أسامه كما في الشكل مستخدماً كاميرا بعدسة محدبة بعدها البؤري 0.0470m حدد موضع صورة أسامة .

$d_i = (d_o f)/(d_o - f) =$

$((1.86)(0.0470))/(1.68 - 0.0470)$

$= 4.82$ cm



a- 1.86 cm c- 4.82 cm ☆

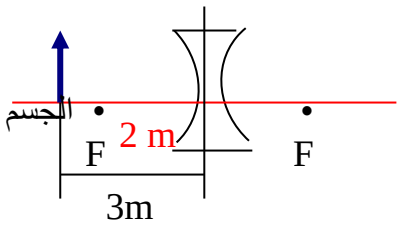
b- 4.70 cm d- 20.7 cm

5) ما بُعد الصورة للحالة الموضحة في الشكل عدسة مقعرة f <= (-)

$d_i = (f\, d_o)/(d_o - f)$

$= ((-2)(3))/((3)-(-2))$

$= -1.20$ m



a- - 6.00 m c- 0.167 m

b- - 1.20 m ☆ d- 0.833 m

6) أي مما يلي لا يؤثر في تشكيل السراب ؟

a- تسخين الهواء القريب من الأرض . c- الانعكاس ☆

b- مويجات هيجنز . d- الانكسار .

7) ما الزاوية الحرجة للانعكاس الكلي الداخلي ، عندما ينتقل الضوء من زجاج معامل انكساره 1.52 إلى الماء الذي معامل انكساره 1.33؟

$\theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1) = \sin^{-1}(1.33/1.52) = 61^\circ$

a- 29.0° c- 48.8°

b- 41.2° d- 61.0° ☆

8) ماذا يحدث للصورة المتكونة من عدسة محدبة عندما يُغطّى نصفها ؟

a- تختفي نصف الصورة . c- تصبح الصورة ضبابية .

b- تعتم الصورة ☆ d- تنعكس الصورة .

الـتـداخـل و الـحـيـود

من الأدلة على أن الضوء يسلك سلوكاً موجباً ... الضوء يحيد عندما يمر بحافة ... الضوء يتداخل ...

الضوء غير المترابط : ضوء ذو مقدمات موجية غير متزامنة .

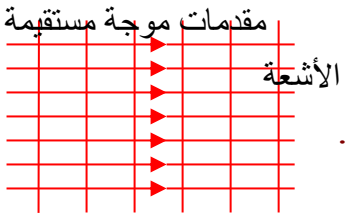
يمكن مشاهدته عند سقوط مطر بغزارة على بركة سباحة حيث يكون سطح الماء مائجاً ومتقلباً ولا يظهر أي نمط منتظم لمقدمات موجة أو موجات مستقرة .

[الضوء غير المترابط لا يظهر لنا متقطعاً أو غير مترابط] علل لأن تردد موجات الضوء كبير جداً .

[عندما يُضاء جسم من مصدر ضوئي أبيض غير مترابط فإننا نرى تراكب موجات الضوء غير المترابط كأنها ضوء أبيض منتظم .]

تداخل الضوء المترابط (المتزامن)

توليد مقدمة موجة منتظمة من مصادر نقطية متزامنة مثل أشعة الليزر (موجة مستقيمة) .



توليد مقدمة موجة منتظمة من مصدر نقطي واحد (موجة دائرية) .

تحدث ظاهرة التداخل بواسطة تراكب الموجات الضوئية الناتجة عن المصادر الضوئية المترابطة .

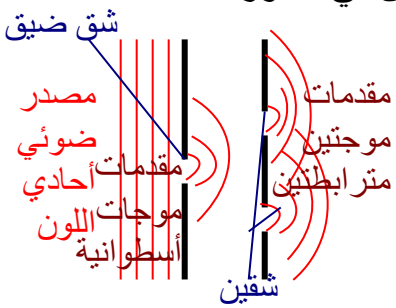
تجربة تداخل الشق المزدوج (تجربة توماس يونج) :-

- تم استعمال ضوء أحادي اللون (له طول موجي واحد فقط) .
- أنتج التداخل البنائي حزمة ضوئية مركزية مضيئة (هدباً مضيئاً) بلون معين على الشاشة .
- كما أنتج على كل جانب حزماً مضيئة أخرى تفصلها فراغات متساوية تقريباً و عرضها متساوي تقريباً .
- تتناقص شدة إضاءة الأهداب المضيئة كلما ابتعدنا عن الهدب المركزي .
- توجد بين الأهداب المضيئة مساحات معتمة (أهداب معتمة) حيث يحدث التداخل الهدمي .
- تعتمد مواقع حزم التداخل البنائي و الهدمي على الطول الموجي الساقط .
- عندما يستعمل الضوء الأبيض فإن التداخل يسبب ظهور أطياف ملونة بدلاً من الأهداب المضيئة و المعتمة .

وتتداخل الأطوال الموجية جميعها تداخلاً بنائياً في الهدب المركزي المضيء .. لذا يكون هذا الهدب أبيض دائماً وتنتج مواقع الأهداب الملونة عن تراكب أهداب التداخل حيث تتداخل الأطوال الموجية لكل لون منفصل تداخلاً بنائياً ...

تداخل الشق المزدوج :- توليد ضوء مترابط من ضوء غير مترابط ...

1) وضع يونج حاجزاً ضوئياً ذا شق ضيق أمام مصدر ضوئي أحادي اللون .
2) في تجربة يونج ينفذ من الشق الجزء المترابط من الضوء فقط علل لأن عرض الشق صغير جداً .
3) الجزء الذي ينفذ من الضوء يحيد عن طريق الشق و تتولد مقدمات موجة أسطوانية .
4) في تجربة يونج جزءا مقدمة الموجة يصلان إلى الحاجز الثاني ذي الشقين متفقين في الطور علل بسبب تماثل مقدمات الموجة الأسطوانية .
5) ينتج عن الشقين في الحاجز الثاني مقدمات موجة مترابطة و أسطوانية ..
6) تتداخل الموجتان بعد ذلك تداخلاً بناءً أو هداماً حسب العلاقة بين طوريهما ..



@thamerah_Th
@thamerah_Th

تـــداخـــل بـــنـــاء
(تعميري تام)

ينتج عنه أهداب مضيئة

1) فرق الطور بين الموجتين عدداً زوجياً من π

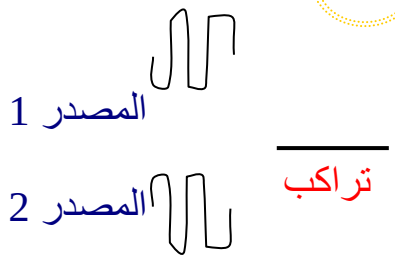
$0 , 2\pi , 4\pi , 6\pi , \ldots.$

2) فرق المسار عدداً صحيحاً من طول الموجة

$x_m = 0 , \lambda , 2\lambda , 3\lambda , 4\lambda , \ldots\ldots$

تـــداخـــل هـــدام
(تدميري تام)

ينتج عنه أهداب معتمة

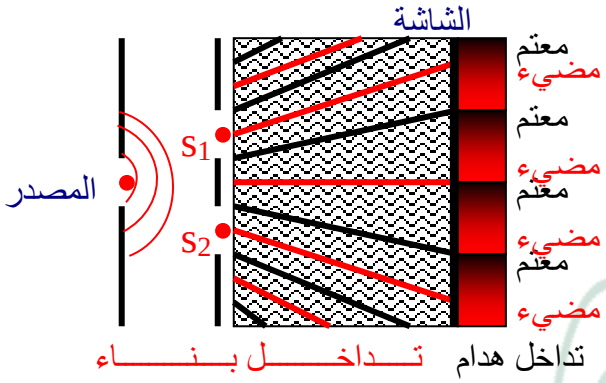


1) فرق الطور بين الموجتين عدداً فردياً من π

$\pi , 3\pi , 5\pi , 7\pi , \ldots$

2) فرق المسار عدداً فردياً من طول الموجة

$x_m = \frac{1}{2}\lambda , \frac{3}{2}\lambda , \frac{5}{2}\lambda , \frac{7}{2}\lambda , \ldots.$



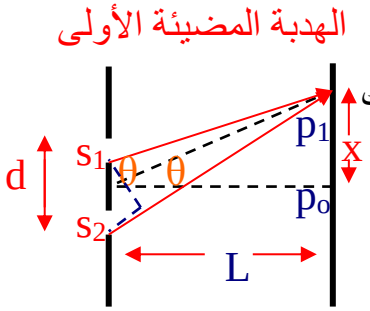
قياس الطول الموجي من تجربة شقي يونج :-

يبين الشكل منظر علوي لمقدمات موجة أسطوانية في تجربة شقي يونج ...
تتداخل مقدمات الموجة تداخلات بناءة و هدامة لتشكيل أنماط الأهداب المضيئة و المعتمة ...

تحليل الهدبة المضيئة الأولى في تجربة يونج :-

عند النقطة p_o : الموجتان تتداخلان تداخل تتكون الهدب المضيئة ويكون للموجتين الطور نفسه ...

عند النقطة p_1 : تتكون الهدبة المضيئة الأولى لأن إحدى الموجتين تتحرك مسافة أطول من الأخرى بمقدار طول موجي واحد λ ...



المسافة بين الهدب المركزي و هدب مضيء رتبته m :

الهدب المركزي المضيء $m = 0$

x_1 : المسافة بين الهدب المركزي والهدب المضئ الأول

$$m\lambda = \frac{x_m d}{L}$$

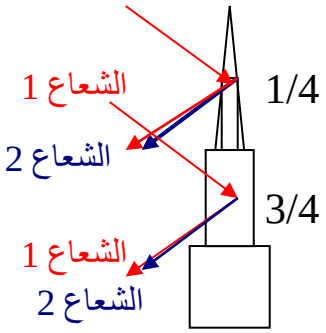
m:رتبة الهدب المضئ 0,1,2,3 λ : الطول الموجي للضوء المستخدم . x_m: المسافة بين الهدب المضئ و الهدب المركزي.
d: المسافة بين الشقين . L: المسافة بين الشقين و الشاشة .

أهداب مضيئة : $m = 0, 1 , 2 , 3 , 4 , \ldots.$

أهداب مظلمة : $m = 1/2 , 3/2 , 5/2 , \ldots$

التداخل في الأغشية الرقيقة :-

ظاهرة ينتج عنها طيف من الألوان بسبب التداخل البناء و التداخل الهدام لموجات الضوء المنعكسة عن الغشاء الرقيق .... مثال : ألوان الطيف التى تكونها فقاعة صابون أو غشاء زيتي عائم على سطح الماء .



تفسير التداخل في الأغشية الرقيقة :

حمل غشاء الصابون رأسياً يجعل سُمكه عند القاع أكبر منه عند القمة ...
عند سقوط موجة ضوء على الغشاء ينعكس جزء (الشعاع 1) وينفذ جزء آخر ...
الموجة النافذة تنتقل خلال الغشاء إلى السطح الخلفي فينعكس جزء منها مرة أخرى (الشعاع 2) ...
الضوء المنعكس عن الغشاء الرقيق يُصبح ضوءاً مترابطاً ...

$$2d = (m + ½) \frac{\lambda_{\text{الفراغ}}}{n_{\text{الغشاء}}}$$

d: سُمك الغشاء. m: عدد صحيح 0,1,2,3,... $\lambda_{\text{الفراغ}}$: الطول الموجي للضوء في الفراغ. $n_{\text{الغشاء}}$: معامل انكسارمادة الغشاء.

تعزيز اللون :-

جعل شدة الإضاءة أكبر لضوء منعكس أحادي اللون .

شروط حدوثه :

$$d = \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda_{\text{الغشاء}}}{4} = \frac{\lambda_{\text{الفراغ}}}{4n_{\text{الغشاء}}}$$

الغشاء الرقيق يُحقق شروط التداخل البناء لطول موجي محدد عندما يكون سُمكه مساوياً لـ λ /4 ,5λ /4 ,3 λ /4

[الغشاء الرقيق متغير السُمك : تتكون فيه ألوان قوس المطر] علل
لأن شرط التداخل البناء للطول الموجي سيحقق عند سماكات مختلفة للألوان المختلفة .

[الغشاء الرقيق جداً يبدو معتماً] علل لأنه لا ينتج تداخلاً بناءً لأي طول موجي من ألوان الضوء .

فراشة المورفو :-

يحدث تداخل الغشاء الرقيق طبيعياً في جناحي فراشة المورفو .
فراشة المورفو تحوي نتوءات تبرز من القشور الداخلية للجناح .
ينعكس الضوء و ينكسر خلال سلسلة من التراكيب تشبه الدرج .
ينتج نمطاً من اللون الأزرق المتلالئ فتظهر الفراشة وكأنها تصدر وميضاً .

الـحـيـــود

حيود الشق الأحادي :-

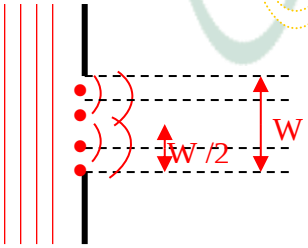
نمط الحيود : نمط يتكون على شاشة نتيجة التداخل البناء والهدام لمويجات هويجنز ...

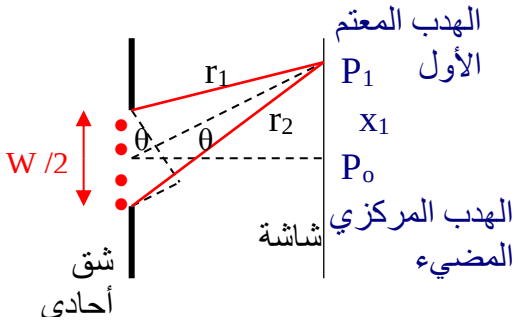
حيود الضوء الأزرق :

- عندما يمر الضوء الأزرق المترابط خلال شق صغير عرضه أكبر من الطول الموجي للضوء فإنه يحيد عن كلتا الحافتين وتتكون أهداب مضيئة و معتمة على الشاشة .
- يتكون هدب مركزي عريض و مضيء مع أهداب أقل سمكاً و أقل إضاءة على الجانبين .
- عرض الحزمة المركزية المضيئة يزداد عندما نستخدم الضوء الأحمر بدل الأزرق .
- استخدام الضوء الأبيض ينتج عنه مزيج من أنماط ألوان الطيف .

كيف تُنتج مويجات هويجنز نمط الحيود :-

* نفرض شقاً عرضه w يحوي عدداً زوجياً من مويجات هويجنز .
* نُجزيء الشق إلى جزأين متساويين علوي وسفلي بحيث يفصل بين كل زوج من مويجات هويجنز مسافة w/2 ونختار مصدراً واحداً من كل جزء .
* هذا الزوج من المصادر يُنتج الموجات المترابطة التي ستتداخل .
* كل موجة هويجنز تتكون في الجزء العلوي من الشق يقابلها مويجة هويجنز أخرى تتكون في النصف السفلي بينهما مسافة w/2 يتداخلان تداخلاً هداماً ويتكون هدب معتم .
* تتداخل أزواج من مويجات هويجنز تداخلاً بناءً فينتج هدب مضيء .
* يحدث تداخل هدام جزئي في منطقة الإضاءة الخافتة بين الأهداب المضيئة و المعتمة .





نمط الحيود :-

جميع أهداب التداخل المضيئة في تداخل الشق المزوج متطابقة مع عرض الحزمة المركزية لنمط حيود الشق الأحادي . علل

لأن تداخل الشق المزدوج ينتج عن تداخل انماط حيود الشق الأحادي للموجات الناتجة عن الشقين .

عرض الحزمة المركزية المضيئة في حيود الشق الأحادي :

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

$2x_1$: عرض الحزمة المركزية المضيئة . λ : الطول الموجي للضوء . L: بعد الشق عن الشاشة . w: عرض الشق .

يمكن حساب المسافة بين مركز الهدب المركزي المضيء و أي هدب معتم من العلاقة $x_m = \frac{m\lambda L}{w}$ وذلك للقيم m =1,2,...

حيود الشق الأحادي يمكننا من ملاحظة الطبيعة الموجية للضوء عندما يتراوح عرض الشق مابين 10 – 1000مرة من الطول الموجي ...

إذا كان عرض الفتحات في حيود الشق الأحادي أكبر من 100 ضعف الطول الموجي فإنها تكوّن ظلالاً حادة .

محززات الحيود

محزز الحيود : أداة مكونة من عدة شقوق مفردة تؤدي إلى حيود الضوء وتكوين نمط حيود ينتج عن تراكب أنماط حيود شق مفرد .

يستخدم لـ قياس الطول الموجي للضوء بدقة . فصل الضوء وفق الأطوال الموجية .

[المسافة بين شقوق محزوز الحيود صغيرة جداً ... لأن المحزوز يحوي آلاف الشقوق لكل سنتميتر]

أنواع المحزز :-

محزوز النفاذ ... محزوز طبق الأصل (المحزوز الغشائي) ... محزوز الانعكاس ....

محزوز النفاذ :

* يُصنع بعمل خدوش على زجاج منفذ للضوء في صورة خطوط رفيعة جداً برأس من الألماس .

* تعمل الفراغات بين خطوط الخدوش كالشقوق . * المجوهرات المصنوعة بمحزوز النفاذ تُنتج طيفاً ضوئياً .

المحزوز طبق الأصل (المحزوز الغشائي) : * النوع الأقل تكلفة من المحزوزات .

* يصنع بضغط صفيحة رقيقة من البلاستك على محزوز زجاجي وعند سحب هذه الصفيحة خارج المحزوز يتكون على سطحها أثر مماثل للمحزوز الزجاجي .

محزوز الانعكاس :

يصنع بحفر خطوط رفيعة جداً على سطح طبقة معدنية أو زجاج عاكس .

القرص المدمج DVD و CD يعمل عمل محزوز الانعكاس .

قياس الطول الموجي

المطياف :جهاز يستخدم لقياس الطول الموجي للضوء باستخدام محزوز الحيود .

عمل المطياف : المصدر المراد تحليله يبعث ضوءاً يوجه نحو الشق .

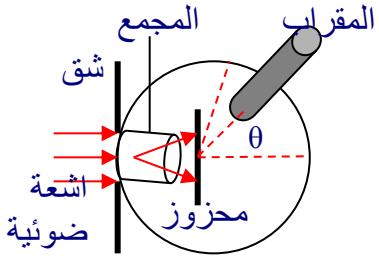
ينفذ الضوء عبر الشق ليسقط على محزوز الحيود .

المحزوز يُنتج نمط حيود يُرى بالمقراب .

نمط الحيود الناتج عبارة عن أهداب مضيئة ضيقة تفصلها مسافات متساوية .

[تتكون أهداب أكثر ضيقاً كلما زاد عدد الشقوق في المحزوز]

قياس المسافة بين الأهداب المضيئة أكثر دقة مقارنة باستخدام الشق المزدوج .



معادلة محزوز الحيود :

$$\lambda = d \sin\theta \quad , \quad \theta = \tan^{-1}(x/L)$$

λ: الطول الموجي للضوء. d:المسافة الفاصلة بين الشقوق. θ:زاوية الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى .

L: بُعد الشاشة عن المحزوز . x: الفراغات بين الأهداب المضيئة .

التداخل البناء في محزوز الحيود يحدث عند زوايا على جانبي الهدب المركزي المضيء .

قوة تمييز العدسات /

العدسة المستديرة : توجد في المنظار الفلكي ، المجهر ، العينين .

وظيفتها :- تعمل كأنها ثقب أو فتحة تسمح للضوء بالمرور من خلالها .

- تسبب حيوداً للضوء (تماماً كما يفعل الشق الأحادي)..

- نمط الحيود الناتج حلقات مضيئة ومعتمة متعاقبة.

[عند رؤية نجمين بواسطة المنظار الفلكي:إذا كان النجمان قريبين جداًأحدهماإلى الأخر فإن صورتهما تتداخلان]

معيار ريليه :

إذا سقطت البقعة المركزية المضيئة لصورة أحد النجمين على الحلقة المعتمة الأولى للنجم الثاني تكون الصورتان في حدود التحليل (التميز) ...

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

$x_{\text{الجسم}}$: المسافة الفاصلة بين جسمين. λ:الطول الموجي للضوء. $L_{\text{الجسم}}$:المسافة من الفتحة إلى الجسمين. D:قطر الفتحة المستديرة

الحيود في العين البشرية :

العين البشرية أكثر حساسية للون الأصفر و الأخضر .

خلايا المخاريط بالعين :

- العين تبدو مثالية التركيب عندما تسجل المخاريط الثلاثة المتجاورة (خلايا حساسة في العين) ضوءاً وعتمة وضوءاً .
- إذا كانت المخاريط قريبة جداً من بعضها فإنها سترى تفاصيل نمط الحيود لا المصدر .
- إذا كانت المخاريط متباعدة فإنها لا تستطيع تمييز التفاصيل الممكنة كلها .

[الحيود لا يحد من عمل العين] علل

لأن السائل الذي يملأ العين و العيوب في العدسة يقللان من قدرة التمييز للعين أكثر من الحيود بخمس مرات وفق معيار ريليه .

[قدرة تمييز ودقة صور مقراب هايل الفضائي أفضل من أجهزة المقراب الموجود على سطح الأرض .] علل

بسبب وجوده فوق الغلاف الجوي للأرض .

[قدرة تمييز المقراب تزداد بزيادة قطر المرآة]

حل بعض أسئلة التقويم

1) لماذا يُعد استخدام ضوء أحادي اللون مهماً في تكوين نمط التداخل في تجربة التداخل ليونج ؟
عندما تستخدم الضوء الأحادي اللون ، تحصل على نمط تداخل دقيق المعالم ، وإذا كنت تستخدم ضوءاً أبيض فستحصل على مجموعة من الأهداب الملونة .

2) وضّح لماذا لا يمكن استخدام موقع الهدب المركزي المضيء لنمط تداخل الشق المزدوج لحساب الطول الموجي لموجات الضوء ؟
الأطوال الموجية جميعها تنتج الهدب المركزي في الموقع نفسه .

3) مالون الضوء المرئي الذي ينتج خطاً ساطعاً قريباً جداً من الهدب المركزي المضيء بالنسبة لمحزوز حيود معين ؟
الضوء البنفسجي هو اللون ذو الطول الموجي الأقصر .

4) لماذا يكون التلسكوب ذو القطر الصغير غير قادر على التمييز بين صورتين لنجمين متقاربين جداً ؟
للفتحات الصغيرة أنماط حيود كبيرة تحد من القدرة على التمييز بين الصورتين .

5) حدد في كل من الأمثلة التالية ما إذا كان اللون ناتجاً عن التداخل في الأغشية الرقيقة ، أم عن الانكسار ، أم نتيجة وجود الأصباغ .
a- فقاعات الصابون
التداخل .
b- بتلات الوردة
الأصباغ .
c- غشاء زيتي
التداخل .
d- قوس المطر
الانكسار .

6) صف التغيرات في نمط حيود الشق المفرد عندما يتناقص عرض الشق ؟
تأخذ الأهداب في الاتساع . وتأخذ إضاءتها في الخفوت .

7) البقع النفطية خرج أسامة وعمر في نزهة قصيرة بعد المطر ، ولاحظا طبقة نفطية رقيقة معامل انكسار مادتها 1.45 على سطح بركة صغيرة تُنتج ألواناً مختلفة . ما أقل سمك لطبقة النفط ، عندما تُكوّن تداخلاً بناءً لضوء طوله الموجي 545 nm ؟
لا يوجد انقلاب في الطور ، لذا سيحدث التداخل البناء عندما

$$2d = (m + \tfrac{1}{2}) \frac{\lambda}{n_{\text{الطبقة النفطية}}}$$

عند أقل سمك تكون $m = 0$

$$d = (1/4) \frac{\lambda}{n_{\text{الطبقة النفطية}}}$$

$$= (545) / ((4)(1.45)) = 94 \text{ nm}$$

الاختبار المقنن (الفصل 12)

1) تبدو ألوان الغشاء الرقيق مثل فقاعات الصابون أو الزيت على الماء كأنها تتغير و تتحرك عندما تنظر إليها ... لأن :

a- تيارات الحمل الحراري في طبقة الهواء التي تلي الغشاء الرقيق تشوه الضوء .

b- سمك الغشاء عند أي موقع محدد يتغير مع الزمن . ☆

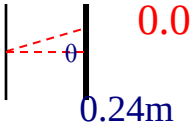
c- الأطوال الموجية في ضوء الشمس تتغير مع الزمن .

d- رؤيتك تتغير على نحو قليل مع الزمن .

2) يشع ضوء طوله الموجي 410 nm خلال شق ... ويسقط على شاشة مسطحة ومستوية كما في الشكل ... فإذا كان عرض الشق 3.8×10^{-6} m ... فما عرض الهدب المركزي المضيء ؟

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w} = \frac{2(410\times10^{-9})(0.29)}{(3.8\times10^{-6})} = 0.063 \text{ m}$$

a- 0.024 m b- 0.031 m ☆ c- 0.048 m d- 0.063 m



3) في المسألة السابقة ، مامقدار الزاوية θ للهدب المعتم الأول ؟

$$\theta = \tan^{-1}(x/L) = \tan^{-1}(0.0315/0.29) = 6.2$$

a- 3.1° b- 6.2° ☆ c- 12.4° d- 17°

4) نجمان على بعد 6.2×10^4 سنة ضوئية عن الأرض و المسافة بينهما تساوي 3.1 سنة ضوئية ... ماأقل قطر لفتحة تلسكوب تلزمنا للتمييز باستخدام ضوء طوله الموجي 610 nm ؟

$$x = (1.22\ \lambda L)/D \Rightarrow D = (1.22\ \lambda L)/x$$

$$= (1.22\ (610\times10^{-9})(6.2\times10^4\times9.46\times10^{15}))/(3.1\times9.46\times10^{15}) = 1.5\times10^{-2} \text{ m}$$

a- 5.0×10^{-5} m b- 6.1×10^{-5} m c- 1.5×10^{-2} m ☆ d- 1.5×10^{7} m

5) محزوز حيود المسافة الفاصلة بين شقوقه 0.055mm ما مقدار زاوية الهدب المضيء ذي الرتبة الأولى لضوء طوله الموجي 650 nm ؟

$$\lambda = d\sin\theta \Rightarrow \sin\theta = (\lambda/d)$$

$$\theta = \sin^{-1}(\lambda/d) = \sin^{-1}((650\times10^{-9})/(0.055\times10^{-3})) = 0.68$$

a- 0.012° b- 0.68° ☆ c- 1.0° d- 11°

6) يضيء شعاع ليزر طوله الموجي 638 nm شقين ضيقين .. فإذا كان بُعد الهدب ذي الرتبة الثالثة من النمط الناتج عن الهدب المركزي المضيء يساوي 7.5 cm ... وبُعد الشاشة عن الشقين 2.475m .. فما المسافة بين الشقين ؟

$$x_m = m\lambda L/w \Rightarrow w = m\lambda L/x_m$$

$$= ((3)(638\times10^{-9})(2.475))/(7.5\times10^{-2}) = 6.3\times10^{-5} \text{ m}$$

a- 5.8×10^{-8} m b- 6.3×10^{-7} m c- 2.1×10^{-5} m d- 6.3×10^{-5} m ☆

7) وضعت شاشة مسطحة على بعد 4.200m من زوج من الشقوق .. وأضيء الشقان بحزمة ضوء أحادي اللون فإذا كانت المسافة الفاصلة بين الهدب المركزي المضيء و الهدب المضيء ذي الرتبة الثانية 0.082 m والمسافة الفاصلة بين الشقين 5.3×10^{-5}m فحدد الطول الموجي للضوء .

$$x_m = m\lambda L/w \Rightarrow \lambda = wx_m/mL$$

$$= ((5.3\times10^{-5})(0.082))/(2(4.2)) = 5.2\times10^{-7} \text{ m}$$

a- 2.6×10^{-7}m b- 5.2×10^{-7} m ☆ c- 6.2×10^{-7} m d- 1.0×10^{-6} m

ثق أنه ليس أمامك خيار في هذه الحياة سوى التحدي ...
التحدي يستلزم منك القوة ... ولا حول ولا قوة لنا إلا بالله
فاطلبوها منه سبحانه ليجود علينا بالعطاء ...
ضعفك قوة ، قوة تقودك إلى الله ...
الأمل في غد مشرق هو الدافع للعمل والكفاح ...
اعمل على قدر أمنيتك ...
لا تجلس في انتظار ما لن يأتي دون محاولة من ناحيتك ....
الإحباط لا يصنع حلاً ...
تعلم أن تغرس في قلبك بذرة صبر وتذكر...
(إن الله مع الصابرين)

@thamerah_Th