تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/ae

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/15

* للحصول على جميع أوراق الصف الثاني عشر المتقدم في مادة فيزياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/15physics

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر المتقدم في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الأول اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/15physics1

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الثاني عشر المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/grade15

للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/almanahj_bot

Grade12files

الفصل 1 الحركة الدورانية Rotational Motion

1-1 وصف الحركة الدورانية
Describing Rotational Motion

وحدات قياس الزوايا :

1- الدرجه و تساوي 1/360 من الدورة الكامله أي أن الدورة كامله 360 درجه

2-الراديان و يساوي $1/2\pi$ من الدورة الكامله أي أن الدورة كامله = 2π

الحركة الدورانية: عندما يتحرك جسم فى مسار دائرى على محيط الدائرة تكون حركته حركة دائرية خطية لكن عند دوران الجسم حول محور الدوران تسمى حركة دورانية مثل دوران إطار السيارة – دوران قرص دائرى – دوران الباب –وعند دوران الجسم تتغير الزاوية المركزية (θ) من الصفر إلى 2π خلال دورة كاملة

الإزاحة الزاويّة Angular Displacement

الإزاحة الزاوية $\Delta\theta$: هى التغير فى الزاوية (θ) أثناء دوران الجسم $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$ و تقاس ثيتا بالراديان

وتكون الإزاحة الزاوية (+) عندما يكون اتجاه الدوران فى اتجاه عكس عقارب الساعة

وتكون الإزاحة الزاوية (-) عندما يكون اتجاه الدوران فى اتجاه مع عقارب الساعة

-المسافه التي يقطعها الجسم اثناء دورانه تقاس بالعلاقه التاليه : $d = r\theta$.و تقاس بوحده (متر) وليس (متر/راديان)

السرعة الزاويّة المتجهة Angular Velocity

1-السرعه الزاويه المتجهة (الدورانيه) 2-السرعه الزاوية المتجهة (الخطيه)

1-السرعة الزاوية المتجهة(الدورانيه) (ω): تساوى الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذى يتطلبه حدوث الدوران (ω)

السرعة الزاويّة المتجهة $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

"السرعة الزاويّة المتجهة تساوي الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذي يتطلبه حدوث الدوران".

-القانون أعلاه هو للسرعه الزاوية المتجهة (المتوسطه)...

أما السرعه الزاوية المتجهة اللحظية ف تساوي ميل منحنى العلاقه بين الموقع الزاوي و الزمن

-تقاس بوحده (راديان لكل ثانيه) (rad / s)

2-السرعه الزاوية المتجهة (الخطيه)تقاس بالعلاقه التاليه : $v = r\,\omega$

حيث r هو نصف القطر و (θ)هي الزاوية ثيتا

- وتكون السرعة الزاوية (+) عندما يكون اتجاه الدوران فى اتجاه عكس عقارب الساعة
- تكون السرعة الزاوية (-) عندما يكون اتجاه الدوران فى اتجاه مع عقارب الساعة
- تعد الأرض مثالا على جسم صلب يتحرك حركة دورانية وعلى الرغم من أن وكل أجزاء الجسم الصلب يدور بالعدل نفسه
- الشمس ليست جسما صلبا لذا فالأجزاء المختلفة منها تدور بمعدلات مختلفة

التسارع الزاوي
Angular Acceleration

1-التسارع الزاوي (الدوراني) 2- التسارع الزاوي (الخطي)

1-التسارع الزاوي (الدوراني) وهو نوعان : 1- التسارع الزاوي الدوراني (المتوسط) 2-التسارع الزاوي الدوراني (اللحظي)

● **التسارع الزاوى** المتوسط α : يعرف بأنه التغير في السرعه الزاوية المتجهة مقسوما على الزمن الضروري لحدوث هذا التغير α

التسارع الزاوي $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$

" التسارع الزاوي يساوي التغير في السرعة الزاوية المتجهة مقسومًا على الفترة الزمنية التي حدث خلالها هذا التغير".

يقاس بوحده : (راديان لكل ثانيه تربيع) (rad / s^2)

● التسارع الزاوي اللحظي : و يساوي ميل المنحنى الذي يربط السرعه الزاوية المتجهة بالزمن

2- التسارع الزاوي (الخطي): يعطى بالعلاقه التاليه : $a = r\alpha$

-رمزه a وحدته : (m / s^2)

التردد الزاوي .
Angular frequency

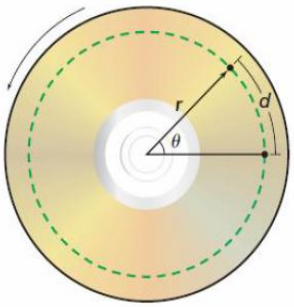
التردد الزاوى f : هو عدد الدورات الكاملة التى يدورها الجسم فى الثانية $f = \frac{\omega}{2\pi}$

$f = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن الكلى}}$ rev/s ($rev = 2\pi$ rad)

ال rev تعني دورةو يتم التعامل بهذا القانون في حال وردت مسائل تستخدم الدورة و لا تستخدم السرعه الزاوية المتجهة

العلاقة بين الحركة الدائرية الخطية والحركة الدورانية

إذا كان الجسم على المسار الدائرى يقطع مسافة خطية **d**
بسرعة **v** وتسارع مركزى **a**
وذلك أثناء قطعه إزاحة زاوية θ بسرعة زاوية ω وتسارع زاوى α



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

لتحويل الزاوية من درجة إلى تقدير دائرى بالـ rad

$\frac{\text{الزاوية بالدرجات}}{360} = \frac{\text{الزاوية بالـ } rad}{2\pi}$

الزاوية بالـ rad $= \frac{\text{الزاوية بالدرجات} \times 2\pi}{360}$

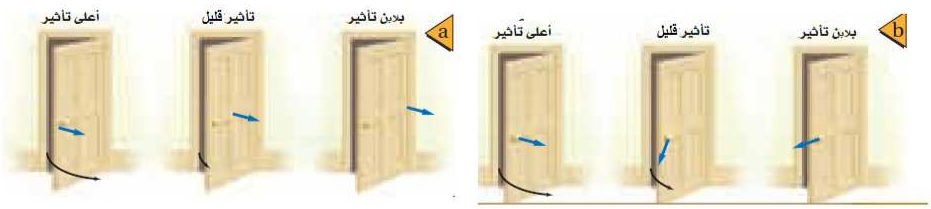
1-2 ديناميكا الحركة الدورانية Rotational Dynamics

كيف يمكننا الحصول على أكبر تأثير عندما نؤثر بأقل قوة ممكنة ؟

الجواب : يزيد التأثير و تقل القوة المؤثرة كلما زاد البعد عن المفصلات (محور الدوران) وأيضا كلما كان التأثير عمودي على الجسم

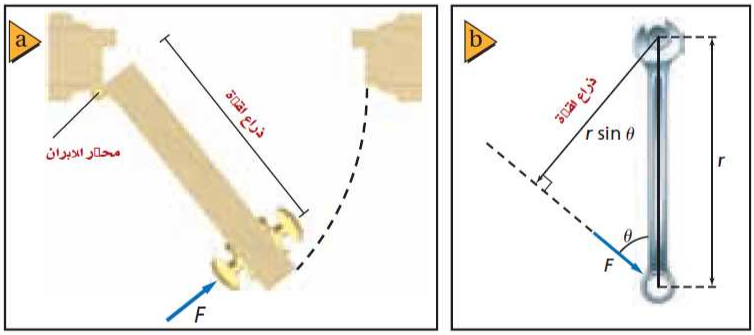
-حيث يحدد: 1-مقدار القوة 2- اتجاه القوة 3- المسافه بين القوة ومحور الدوران 4-نقطه تأثير القوة

يحددون التغير في السرعه الزاوية المتجهة



■ **الشكل 3 – 1** عند فتح باب حر الدوران حول المُفصّلات، يتولد أكبر عزم عندما تؤثر القوة في أبعد نقطة عن المُفصّلات (a) بزاوية متعامدة مع الباب (b)

ذراع القوة(L): هو المسافة العمودية من محور الدوران حتى نقطة تأثير القوة $L = r\sin\theta$



■ **الشكل 4 – 1** (a) تكون ذراع القوة محاذية لعرض الباب من المُفصّلات حتى نقطة تأثير القوة، (b) تحسب ذراع القوة (L) من المعادلة $L = r \sin\theta$ عندما تكون الزاوية θ بين القوة ونصف قطر الدوران لا تساوي 90°.

العزم : هو مقياس لمقدرة قوة على إحداث دوران حول محور

ومقدار العزم (τ) يساوى حاصل ضرب القوة(F) فى طول ذراعها (L) حيث ($L = r\sin\theta$)

والعزم كمية متجهة يكون (+) عندما يكون الدوران عكس عقارب الساعة ويكون (-) عندما يكون الدوران مع عقارب الساعة

وحدة قياس العزم هى N.m

العزم $\tau = Fr\sin\theta$

العزم يساوي حاصل ضرب القوة في طول ذراعها.

إيجاد محصلة العزم Finding Net Torque

محصلة عزوم مجموعة من القوى: $\Sigma\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \cdots\cdots\cdots$

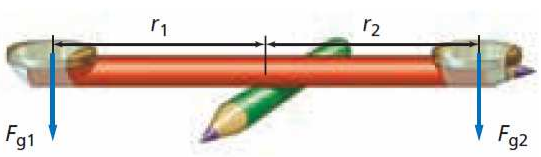
الشكل 5 – 1. تؤثر كل من قطعتي النقد بعزم مساو لوزنها F_g مضروبًا في المسافة r من نقطة الاتزان إلى مركز قطعة النقد على النحو التالي: $\tau = F_g r$

ولكن العزمين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه، لذا تساوي محصلة العزم صفرًا.

$$\tau_1 + \tau_2 = 0$$

والآن، كيف تجعل القلم يدور؟ يجب إضافة قطعة نقد أخرى فوق إحدى القطعتين النقديتين، ممّا يجعل القوتين مختلفتين، كما يمكن إزاحة نقطة الاتزان نحو إحدى قطعتي النقد، مما يجعل المسافتين مختلفتين.

■ **الشكل 5 – 1** العزم المؤثر بوساطة القطعة النقدية الأولى $F_{g1}\ r_1$ يساوي العزم المؤثر بوساطة القطعة النقدية الثانية $F_{g2}\ r_2$ في المقدار ويعاكسه في الاتجاه عندما يتزن قلم الرصاص.

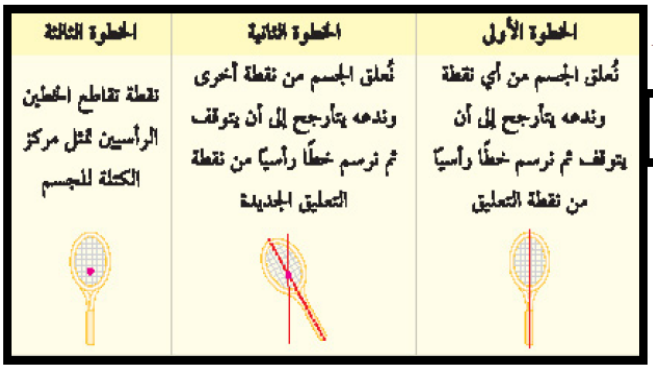


عند الاتزان تتساوى العزوم و تصبح محصلتها صفر .

مركز الكتلة The Center of Mass

مركز الكتلة:مركز الكتلة لجسم هو نقطة على الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التى يتحرك بها الجسيم النقطى

تحديد موقع مركز الكتلة لجسم ما:



مركز الكتلة لجسم الإنسان:

- الشخص الذى يقف ويداه مسبلتان إلى جانبه يكون مركز الكتلة على بعد سنتمترات أسفل السرة فى منتصف المسافة بين جزئى الجسم الأمامى والخلفى
- يكون مركز الكتلة أعلى بقليل لدى الأطفال لأن رأس الطفل يكون كبيرا بالنسبة لجسمه
- بما أن جسم الإنسان مرن فإن مركز الكتلة له غير ثابت إذا رفعت يديك رأسيا إلى أعلى فإن مركز كتلتك يرتفع من 6cm إلى 10cm (وهذا يفسر كون لاعب الجمباز كأنه يطير (يبقى رأسه على نفس الارتفاع فتصبح الحركه الرأسيه لرأسه اقل من الحركة الراسيه لمركز كتلته))

مركز الكتلة والاستقرار (الثبات) Center of Mass and stability

+يعد الجسم في حالة استقرار ((اذا احتاج الى قوة خارجيه لقلبه او تحريكه))
+كلما كانت قاعده الجسم عريضه اكثر كلما كان استقراره اعلى.
(مثال عندما تقف في حافله فانك تباعد بين قدميك لتكون أكثر استقرار و لا تسقط)
+كلما ازداد ارتفاع الجسم كلما ارتفع مركز كتلته
+كلما ارتفع مركز الكتله للجسم كلما اصبح اقل استقرارا
+يكون الانسان اكثر استقرارا اذا وقف على قدميه مستويا بينما يكون اقل استقرار اذا وقف على اطراف اصابعه لانه في هذه الحاله يندفع مركز الكتله الى الامام اعلى الكتفين
+يستخدم لاعب الجودو و الكاراتيه العزم لتدوير الخصم وجعل مركز كتلته غير مستقر

إذا كان مركز الكتلة فوق قاعدة الجسم يكون الجسم مستقرا
إذا كان مركز الكتلة خارج قاعدة الجسم يكون الجسم غير مستقر ويدور أو ينقلب دون تاثير عزم إضافى
إذا كانت قاعدة الجسم ضيقة ومركز الكتلة عاليا يكون الجسم مستقرا لكن أى قوة صغيرة تجعله ينقلب أو يدور

+لقلب الجسم و تدويره يجب تسليط عزم خارجي عليه ليقوم بتدوير مركز الكتله مسافه طويله حتى يصبح خارج القاعده

شرطا الاتزان Conditions Equilibrium

+-متى نقول أن الجسم متزنا اتزان ميكانيكي؟!
-نقول أن الجسم متزنا اتزانا ميكانيكيا اذا كانت سرعته المتجهة و سرعته الزاوية المتجهة يساويان =صفر أو ثابتتين
+شرطا الأتزان هما :

الشرط الأول : يجب أن يكون الجسم فى حالة إتزان انتقالى أى أن مجموع القوى المؤثرة على الجسم = 0 $(\Sigma F = 0)$

الشرط الثانى : يجب أن يكون الجسم فى حالة إتزان دورانى أى أن مجموع العزوم المؤثرعلى الجسم = 0 $(\Sigma \tau = 0)$

دوران الأطر المرجعيه : Rotating of reference

الأطر المرجعيه نوعان : 1- أطر متسارعه (دوارة) 2- أطر غير متسارعه (قصورية)

-مثال على الاطر المرجعيه : لعبه العربه الدوارة في مدينه الالعاب و الحصاة بداخلها

-الارض تدور و لكن تأثير دورانها لا يمكن ملاحظته في الصف او المختبر و لكن يؤثر بشده في الغلاف الجوي و المناخ

-لا تطبق قوانين نيوتن على الأطر المرجعيه غير المتسارعه (القصورية)

-تطبق قوانين نيوتن على الأطر المرجعيه المتسارعه (الدوارة) .

القوة الطاردة المركزية Centrifugal Force

-القوة الطارده المركزية هي : قوة ظاهرية وهميه غير حقيقيه تبدو و كأنها تسحب الجسم الذي يدور للخارج

-القوة الجاذبه المركزية : هي قوة حقيقيه تجذب الجسم الذي يدور الى اتجاه المركز (قوة حقيقية فعليه)

-الدفع الى الخارج لا توجد قوى تسببه ولكنه ناتج عن (القصور الذاتي) للأجسام

-التسارع نحو المركز (التسارع المركزي)للأجسام التي تدور يمثل بالعلاقتين الآتيتين:

$$a_c = \omega^2 r \text{ ،} \quad \text{أو} \quad a_c = \frac{v^2}{r} .$$

-يعتمد التسارع المركزي على : 1- المسافه من مركز الدوران 2-مربع السرعه الزاوية المتجهة

-تسبب هذه القوى المتعه في العربات و الالعاب الدوارة و المسارات المتعرجه و الأفعوانيات في الملاهي

قوة كوريوليس .The Coriolis

افترض أن شخصا يقف فى مركز قرص دوار قذف كرة فى اتجاه حافة القرص

1-إذا كان هناك شخصا يقف خارج القرص الدوار فإنه يلاحظ أن الكرة تتحرك فى خط مستقيم بسرعة ثابتة

2- إذا كان هناك شخص ثابت يقف فوق القرص الدوار ويدور معه فإنه يرى الكرة كانها تتحرك فى مسار منحنى بسرعة ثابتة

إذن فإننا نلاحظ انحراف فى الحركة الأفقية عندما نكون فى إطار دوار (يدور)

هذا التأثير ناتج عن :

قوة كوريوليس : وهي قوة ظاهرة وهميه غير حقيقيه تحرف الكرة عن مسارها عند الحركة في اطر مرجعيه دوارة

لقوة كويروليس تأثير في الفضاء:

-حيث عند قذف جسم الى شمال خط الاستواء(نصف الكرة الشمالي) ينحرف الجسم الى الشرق ف يسقط شرق الهدف المحدد

2-عند قذف جسم الى خط الاستواء (نصف الكرة الجنوبي) ينحرف الجسم الى الغرب ف يسقط الجسم غرب الهدف المحدد

لقوة كوريوليس تأثير على الرياح :

-تنتقل الرياح من مناطق الضغط المرتفع الى مناطق الضغط المنخفض

1-في نصف الكرة الشمالي تدور الرياح عكس حركة عقارب الساعه

2-في نصف الكرة الجنوبي تدور الرياح مع حركة عقارب الساعه

الفصل 2 الزخم وحفظه Its Conservation

2-1 الدفع والزخم Impulse and Momentum

الدفع والزخم Impulse and Momentum

الدفع: هو حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة فى جسم فى زمن تأثير هذه القوة الدفع $= F\Delta t$

وهو كمية فيزيائية متجهة وحدة قياسه $N.s$ ($N.s = kg.m/s$)

-يمكن حساب قيمة الدفع من خلال ايجاد المساحه أسفل منحنى القوة - الزمن

الزخم (P): زخم الجسم يساوى كتلة الجسم فى السرعة المتجهة له $(P = mv)$

الزخم كمية متجهة وحدة قياسه $kg.m/s$

$$p = mv$$

زخم جسم ما يساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة.

نظرية الدفع – الزخم : الدفع على جسم يساوى التغير فى زخم هذا الجسم

$$F\Delta t = p_f - p_i$$ نظرية الدفع – الزخم

"الدفع على جسم ما يساوي زخم الجسم النهائي مطروحًا منه زخمه الابتدائي".

استخدام نظرية الدفع – الزخم Using the Impulse Momentum

+ تستخدم في ايجاد الزخم النهائي او الزخم الابتدائي او الدفع على جسم ما

نظرية الدفع – الزخم والحفاظ على الحياة Impulse Momentum Impulse

+اذا ازداد الدفع بالضرورة لا بد أن يزداد الزخم بالمقدار نفسه .

+ينتج الدفع الكبير عن قوة كبيرة تؤثر في فترة زمنيه قصيرة أو قوه صغيره تؤثر في فترة زمنيه كبيرة

+تحافظ نظرية الدفع و الزخم - بعد الله - على الحياة عن طريق استخدامها في الوسائد الهوائية في السيارات :

-حيث عند التصادم يساوي الزخم النهائي صفر أما الزخم الابتدائي فانه لا يتغير سواء بوجود الوساده أم لا

بناء على ذلك يكون الدفع هو نفسه في الحالتين في وجود الوساده أو عدمها فما الذي تفعله الوساده اذا؟؟

- تعمل الوساده الهوائية عن طريق توفير الدفع المطلوب لكنها تقلل القوة عن طريق زياده زمن تأثيرها ..

و أيضا توزع تأثير القوة على مساحه أكبر من جسم الشخص مما يقلل حدوث الاصابات جراء الحوادث ..

تصادم جسمين Two - Particle Collisions

+عند تصادم كرتين في نظام بعضهما مع بعضهما فان لكا منهما يؤثر بقوة في الاخر تلك القوتان متساويتان في المقدار و متعاكستان في الاتجاه و ذلك استنادا الى قانون نيوتن الثالث

+عند تطبيق التجربه ستجد أن الزخم المكتسب من الكرة D يساوي الزخم المفقود من الكرة C

(زخم النظام ثابت و محفوظ بعد التصادم)

الزخم في نظام مغلق معزول Momentum in a Closed, Isolated System

- لكي يكون الزخم محفوظا ف لا بد من تحقيق عده شروط و هي كالتالي :

1-(عدم فقدان أو اكتساب اي كتله)

2-(ان تكون القوى المؤثرة في نظام قوى داخليه فقط - لاتؤثر فيه قوة خارجيه)

- | يسمى النظام الذي لا يكتسب كتله ولا يفقدها " نظام مغلق" |
- | يسمى النظام الذي تكون القوى المحصله (الخارجيه) عليه =0 " نظام معزول " |

++ لا يوجد نظام معزول تماما على سطح الأرض بسبب وجود تفاعلات بين النظام و محيطه ولكنها صغيرة لذلك تهمل عند حل المسائل الفيزيائية ++

+ | قانون حفظ الزخم : "ينص على أن زخم اي نظام -مغلق و معزول - لا يتغير |

الارتداد Recoil

+مثال عليه : المدفع والقذيفه + الصاروخ +متزلجان + البندقيه و الرصاصه .

+مثلا عندما يدفع متزلجان بعضهما فان أحدهم يندفع للامام و الاخر يعود للخلف و يكون زخمهما متساويا قبل الارتداد و بعده و يساوي صفر

+يرتد الجسم الأخف بسرعه اكبر بينما الجسم الثقيل يحتاج قوة دفع أكبر و وقت اطول

C الجسم الأول
D الجسم الثاني
p_f الزخم النهائي [kg.m/s]
m كتلة الجسم [kg]
v_f السرعة النهائية [m/s]

$$m_C v_{Cf} = - m_D v_{Df}$$

الدفع في الفضاء Propulsion in Space

مثل الصاروخ :

+يشكل الصاروخ و المواد الكيميائية معا نظام مغلق و معزول

+تندفع الغازات من فوهة العادم الخلفي سرعه كبرة مما يؤدي الى دفع الصاروخ للأمام

+هناك نوعان من محركات الصواريخ : 1- المحرك الكيميائي 2- المحرك الأيوني

-المحرك الكيميائي يعمل مده قصيرة بينما المحرك الأيوني يعمل فترات طويله

-دفع المحرك الأيوني أكبر كثيرا من دفع المحرك الكيميائي

-مثال المحرك الأيوني : (المحرك المستخدم في مسبار ناسا "Deep Space 1")

التصادم في بعدين Two– Dimensional Collisions

((راجع هذه النقطه من الكتاب ص50 وعند المراجعه تابع المثال ص51))

3-1 الطاقة والشغل Work and Energy

الشغل والطاقة Work and Energy

الشغل $W = Fd$
الشغل يساوي حاصل ضرب القوة المؤثرة في جسم باتجاه حركته في الإزاحة التي يعملها الجسم تحت تأثير هذه القوة.

+الطاقه هي: قدرة الجسم على احداث تغيير في ذاته او ما يحيط به

+الطاقه الحركيه :هي الطاقه الناتجه عن حركة الجسم KE.

الطاقة الحركية، ويعبر عنها بالرمز KE.

الطاقة الحركية $KE = \frac{1}{2} mv^2$
الطاقة الحركية لجسم ما تساوي حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع سرعته.

+نظرية الشغل - الطاقه : تنص على أنه اذا بذل شغل على جسم فان طاقته الحركيه تتغير

نظرية الشغل – الطاقة $W = \Delta KE$
الشغل يساوي التغير في الطاقة الحركية.

-وحده قياس الطاقه : الجول $1\ kg.m^2/s^2$ أو 1 J.

إذا بذل المحيط الخارجي شغلا على النظام فإن الشغل يكون (+) و تزداد طاقة النظام

إذا بذل النظام شغلا على المحيط الخارجي فإن الشغل يكون (-) وتقل طاقة النظام

((الشغل كميه قياسيه)) ليس لها دلاله اتجاهية و الاشارات تدل على الفقد او الاكتساب فقط

حساب الشغل Calculating Work

-لحساب الشغل 3 حالات مختلفه :

1- أن تكون القوة تؤثر في اتجاه حركه الجسم : وحينها نستخدم المعادله ($W = Fd$)

2-أن تكون القوة متعامده مع اتجاه حركة الجسم : وفي هذه الحالة يكون الشغل =صفر.

3-أن تكون القوة المؤثرة لها زاوية مع اتجاه الحركه: وفي هذه الحاله نستخدم القانون:

الشغل (في حالة وجود زاوية بين القوة والإزاحة) $W = Fd\cos\theta$
الشغل يساوي حاصل ضرب القوة والإزاحة في جيب تمام الزاوية المحصورة بين القوة واتجاه الإزاحة.

+ماهو الشغل؟ و ما هي وحده قياسه ؟

-الشغل هوالانتقال الميكانيكى للطاقه وحده قياسه (الجول)

+الشغل المبذول من قوة الاحتكاك دائما سالب لأنه يؤدي الى تقليل الشغل

حساب الشغل بيانيا : لحساب الشغل بيانيا نوجد المساحه اسفل منحنى الازاحه-قوة

-كيف يمكننا أن نحسب الشغل اذا اثرت عدة قوى في الجسم ؟ احسب شغل كل قوة لواحدها ثم اجمع النتائج

القدرة

Power

+القدرة هي : المعدل الزمني لبذل الشغل (الشغل مقسوما على الزمن الذي يتطلب حدوثه)
(المعدل الذي تغير فيه القوة الخارجيه طاقه النظام)

القدرة $P = \frac{W}{t}$

القدرة تساوي الشغل المبذول مقسومًا على الزمن اللازم لإنجاز الشغل.

+تقاس القدرة بوحدة الواط (W) وهي تكافئ جول لكل ثانيه

+الواط وحده صغيرة لذلك نستعمل الكيلو واط ويساوي 100واط KW

+من الوحدات التي تقيس القدرة أيضا هي الحصان الميكانيكي و تساوي 746واط

-مثال توضيحي : عند رفع الكتب على الرف قد ترفعها جميعا مرة واحده في دقيقه وقد ترفعها كل كتاب منفرد و تستغرق 20 دقيقه في الحالتين الشغل متساوي و لكن القدرة غير متساوية

3-2 الآلات Machines

-الآلات نوعان : 1-بسيطه 2-مركبه
1-الآلات البسيطه : (فتاحة الزجاجات +مفك البراغي)
2-الآلات المركبه : (السيارة + الدراجه الهوائية)
+وظيفه الآلات : 1-تسهيل أداء المهام 2-تخفيف الحمل
+طريقه عملها : + تؤدي وظيفتها عن طريق تغيير مقدار القوة او اتجاهها

فوائد الآلات Benefits of Machines

+الشغل الذي تبذله على الآله يسمى : (الشغل المبذول) (w_i)
+الشغل الذي تبذله الآله نفسها على الجسم يسمى: (الشغل الناتج) (w_o)
+الشغل الناتج لا يمكن أن يكون أكبر من الشغل المبذول لان الاله لا تصدر طاقه .
+القوة التي تؤثر بها أنت في الآله تسمى (القوة المسلطه)(F_e) وهي قوة رأسيه لأعلى
+القوة التي تؤثر بها الآله في الجسم تسمى (المقاومه) (F_r) وهي قوة رأسيه لأعلى

-فوائد الآلات نوعان : 1- الفائدة الميكانيكيه (*MA*) 2- الفائده الميكانيكيه المثاليه (*IMA*)

1- الفائدة الميكانيكيه (*MA*):وتساوي المقاومة مقسومه على القوة المسلطه

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

الفائدة الميكانيكية للآلة تساوي ناتج قسمة المقاومة على القوة.

*اذا كانت الفائده الميكانيكيه =1 فان الآله تعمل على تغيير اتجاه القوة مثل(البكرة الواحده المثبته)
*اذا كانت الفائده الميكانيكيه أكبر من 1 فان الآله تعمل على زياده القوة المسلطه
مثل(فتاحه الزجاجات + نظام البكرات متعدده)
*تسمى أيضا (الفائده الميكانيكيه الفعليه)

تذكر: ((لا تستطيع الآله زياده الطاقه ولا الشغل و لكنها تستطيع زياده القوة))

2- الفائده الميكانيكيه المثاليه (*IMA*):و تساوي ازاحه القوة المسلطه مقسومة على ازاحه المقاومة

الفائدة الميكانيكية المثالية $IMA = \frac{d_e}{d_r}$

الفائدة الميكانيكية المثالية للآلة المثالية تساوي إزاحة القوة مقسومة على إزاحة المقاومة.

لاحظ أنك قد قست المسافات لايجاد الفائدة المثاليه بينما قست القوى لايجاد الفائده الميكانيكيه

-الآلات نوعان : 1- آلات حقيقيه 2-آلات مثاليه

1- آلات حقيقيه : يكون الشغل الناتج أقل من الشغل المبذول أي انها تنقص من الشغل و لذلك فاعليتها قليله و تكون كفاءتها أقل من 100%

2-آلات مثاليه :يكون الشغل الناتج = الشغل المبذول و لذلك فاعليتها ممتازة وكفائتها تساوي100%

- ما هي الكفاءة ؟؟ الكفاءه هي : نسبه الشغل الناتج الى الشغل المبذول ورمزها e

الكفاءة $e = \frac{W_o}{W_i} \times 100$

إن كفاءة الآلة (كنسبة مئوية %) تساوي الشغل الناتج مقسومًا على الشغل المبذول مضروبًا في العدد 100.

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

إن كفاءة الآلة (كنسبة مئوية %) تساوي فائدتها الميكانيكية مقسومة على فائدتها الميكانيكية المثالية مضروبة في العدد 100.

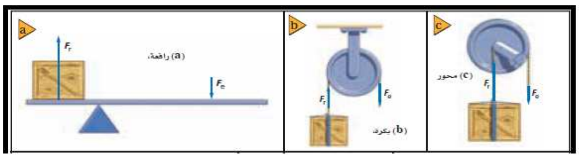
يحدد تصميم الآله فائدتها ف الآله ذات الكفاءة العاليه لها فائده ميكانيكيه تساوي الكفاءة الميكانيكيه المثاليه أما الآلات ذات الكفاءة المتدنيه فلا ينطبق عليها ذلك وللحصول على القوة المقاومة نفسها من الالات ذات الكفاءة المتدنيه يجب التأثير بقوة أكبر

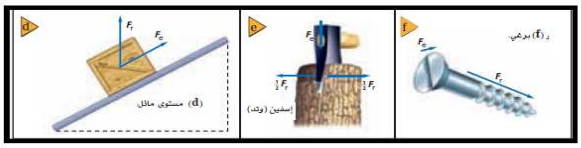
الآلات المركبة Compound Machines

+الآله المركبه : هي الآله التي تتكون من آلتين بسيطتين أو أكثر ترتبطان معا بحيث تكون المقاومة للأولى قوة مسلطه للأخرى

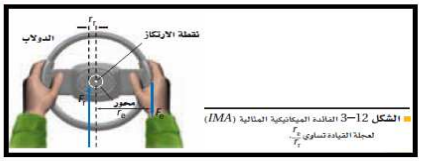
-أمثلتها : 1- الدراجه الهوائية 2- السيارة

- الآلات (البسيطه) التي تتكون منها الآلات المركبه : 1- الرافعه 2-البكرة 3-العجلة و المحور 4- المستوى المائل 5- البرغي 6- الوتد(الاسفين)





+من الأمثله الشائعه على الآله امركبه من عجله و محور (عجله القياده) (الطاره) (الدريكسون)



+الفائده الميكانيكيه للآلات المركبه تساوي حاصل ضرب الفوائد الميكانيكيه للآلات البسيطه التي تتكون منها

+الفائده الميكانيكيه المثاليه للآلات المركبه تساوي نسبة المسافات المقطوعه .

((عند حل مسائل الفوائد الميكانيكيه للآلات المركبه ارجع للكتاب ص85 للتوضيح))

+لزياده الفائده الميكانيكيه للدراجه الهوائية نجعل نصف قطر ناقل الحركه الخلفي أكبر و نصف قطر الناقل الأمامي اصغر

آلة المشي البشرية The Human Walking Machine

يمكن توضيح حركة الجسم البشري بالمبادئ نفسها للشغل و القوة بوصف الأعضاء ك رافعات ولكنها أكثر تعقيدا كما يلي :

1-قضيب صلب (العظام)
2-مصدر قوة (انقباض العضلات)
3-نقطة ارتكاز (الفاصل المتحركه بين العظام)
4-مقاومة (وزن جزء الجسم أو الشئ الذي يتم رفعه أو تحريكه)

+تعد آله المشي البشريه ذات كفاءة محدودة ليست عاليه و لذلك تحتاج الى الطاقه كلما مشيت مده أطول ..

+عندما يسير الانسان يعمل الورك (نقطه ارتكاز) ...و مركز الكتله (مقاومة) ...وعظم الساق بوصفه رافعه و يسعى الرياضيون في سباقات المشي الى زياده سرعتهم و ذلك بأرجحه الورك نحو الأعلى لزياده طول الرافعه

- الفائده الميكانيكيه لطوال القامه أقل من قصار القامه .

-طوال القامه أسرع من قصار القامه ولكن يبذلون قوة أكبر كثيرا من قصار القامه

-غالبا في السباقات يبدأ المتسابق الطويل القامه بسرعه عاليه وتنخفض طاقته تدريجيا (كفاءته) ف لا يتحمل و يخسر.

الفصل 4
الطاقة وحفظها
Energy and Its Conservation

4-1 الأشكال المتعددة للطاقة The Many Forms of Energy

نموذج لنظرية الشغل-الطاقة A model of the work ☐Energy Theorem

+يمكن تمثيل نظرية الشغل - الطاقه ب نموذج التوفير و المال أو بنموذج التقاط و قذف الكرة :

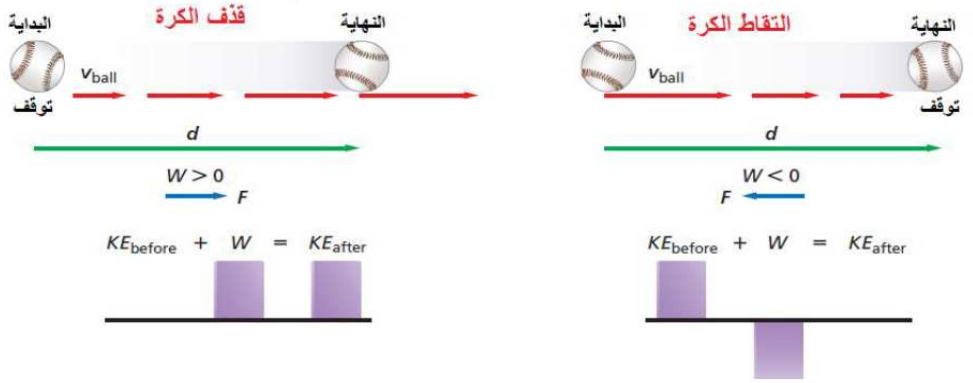
يمكن أن نمثل للمحيط الخارجى(الإنسان) والنظام (الجسم مثل الكرة)

قذف الكرة: عندما نؤثر بقوة F على الكرة لتتحرك إزاحة d يكون الشغل (+)

لأن اتجاه القوة فى نفس اتجاه الحركة

كما أن طاقة الكرة ازدادت بمقدار W أى أن الكرة اكتسبت طاقة حركة نتيجة لتأثير القوة

التقاط الكرة: عندما تلتقط الكرة فإنك نؤثرفيها بقوة F فى الإتجاه المعاكس لحركتها لذلك فإنك بذلت عليها شغلا (-) لأن اتجاه القوة فى عكس اتجاه الحركة مما جعلها تتوقف فتصبح طاقتها الحركية =صفر



■ **الشكل 1—4** عندما تكسب مالاً يزيد مقدار المال لديك (a)، وعندما تصرف المال يقل مقداره لديك (b).

يكون الشغل (+) عندما يبذل شغل على نظام معين

يكون الشغل (-) عندما يبذل النظام شغلا فتقل طاقته

إذا بذل المحيط الخارجى شغلا على النظام فإن الشغل يكون (+) و تزداد طاقة النظام

إذا بذل النظام شغلا على المحيط الخارجى فإن الشغل يكون (-) وتقل طاقة النظام

-الطاقه الحركيه -Kienetic energy

+الطاقه الحركيه : هي الطاقه الناتجه عن حركة الجسم وهو نوعان: 1-خطيه 2-دورانيه

الطاقة الحركية $KE = \frac{1}{2} mv^2$

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

+الطاقه الحركيه موجبه دائما

+تتناسب الطاقه الحركيه الخطيه طرديا مع كتله الجسم ومربع سرعته الخطيه v

+الطاقه الحركيه الدورانيه : هي الطاقه الناتجه عن دوران الجسم

+تتناسب الطاقه الحركيه الدورانيه طرديا مع السرعه الزاويه له w

+من أمثله الطاقه الحركيه الدورانيه : حركه لعبه البلبل + قفز الغطاس على لوح القفز

+الطاقه المختزنة : ·storred Energy

اختزان الطاقه له شكلان : 1- اختزان كيميائي 2- اختزان ميكانيكي +

+الاختزان الميكانيكي : مثاله : اختزان الطاقه في النوابض + اختزان الطاقه في الصخور

+الاختزان الكيميائي : مثاله اختزان الطاقه في وقود السيارة

-طاقه الوضع الجاذبيه -potential Energy

+ طاقه الوضع الجاذبيه : هي الطاقه المختزنة في النظام و الناتجه عن قوة الجاذبيه بين الارض و الجسم .

+رمز طاقه الوضع الجاذبيه : PE

+يحدد الارتفاع الذي يصل اليه الجسم بواسطة (مستوى الاسناد)

+ (مستوى الاسناد) هو الموضع الذي تكون فيه طاقه وضع الجاذبيه صفر

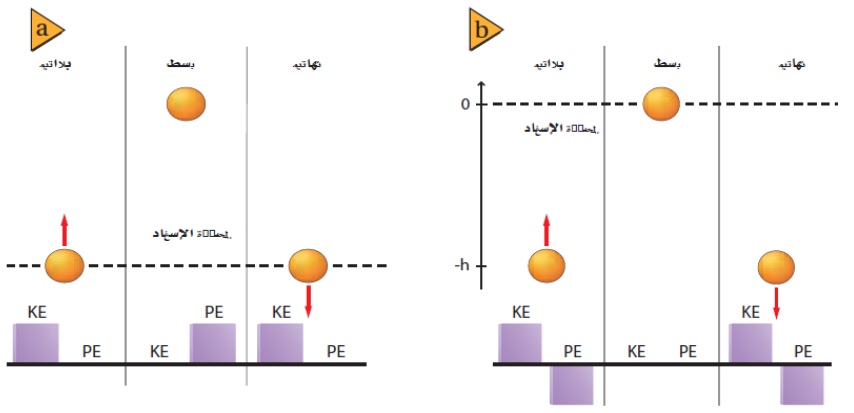
$$PE = mgh$$

طاقه الوضع الجاذبيه تساوي حاصل ضرب كتله الجسم في تسارع الجاذبيه ضرب ارتفاع الجسم عن مستوى الاسناد.

- عند قذف كرة لأعلى فان الطاقه الحركيه تتحول تدريجيا الى طاقه وضع حتى تصل الى اعلى نقطه فتكون الطاقه الحركيه لها =0 وطاقه الوضع اكبر ما يمكن

-عندما تعود الكرة لأسفل فان طاقه الوضع تتحول تدريجيا الى طاقه حركيه حتى تسقط

-ربما يسلك جسمان نفس السلوك في الصعود والنزول ولكن المجموع الكلي للطاقه يختلف بينهما بناء على موضع مستوى الاسناد .



■ الشكل 6–4 تتحوّل طاقة الكرة من شكل إلى آخر في أثناء مراحل تحليقها المختلفة (a). لاحظ أنه يمكن اختيار مستوى الإسناد بشكل عشوائي. وعلى الرغم من تغير المجموع الكلي للطاقة في النظام بتغير مستوى الإسناد إلا أن المجموع الكلي لطاقة النظام يبقى ثابتًا طوال مراحل التحليق (ما دام مستوى الإسناد محددًا) (b)..

-طاقه الوضع المرونيه -Elastic potential Energy

- طاقه الوضع المرونية : هي طاقه الوضع المختزنة في جسيم مرن مطاطي نتيجه تغير شكله

-أمثلتها :1- الكرات المطاطيه 2- الاربطه المطاطيه 3-الأوتار 4-المقاليع 5-منصات القفز 6-الزانة

((قدم ألبرت أينشتاين شكلا آخر لطاقه الوضع و هو الكتله ذاتها .

حيث يقول : ان الكتله طاقه بطبيعتها و "تسمى الطاقه السكونية")) رمزها : E_0

$$E_0 = m c^2$$

الطاقه السكونيه لجسم تساوي كتلته مضروبه في مربع سرعه الضوء

حفظ الطاقة Conservation of Energy

- ينص قانون حفظ الطاقه : أن الطاقه لا تفنى و لا تستدحث من العدم - الا بمشيئة الله - في النظام المغلق المعزول و لكنها تتحول من شكل لاخر بحيث يبقى المجموع الكلي للطاقه ثابت

-الطاقه الميكانيكيه : هي مجموع طاقه الوضع و الطاقه الحركيه (E)

الطاقة الميكانيكية لنظام	$E = KE + PE$
"الطاقة الميكانيكية لنظام تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع إذا لم يكن هناك أنواع أخرى من الطاقة".	

- مثلما يوجد قانون لحفظ الطاقه ف يوجد قانون لحفظ الطاقه الميكانيكيه

حفظ طاقة الميكانيكية	$KE_{\text{قبل}} + PE_{\text{قبل}} = KE_{\text{بعد}} + PE_{\text{بعد}}$
"عندما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة فإن مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام قبل وقوع الحدث تساوي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في النظام بعد الحدث."	

أمثله : 1-عربه التزلج 2-لوح التزلج 3- البندول

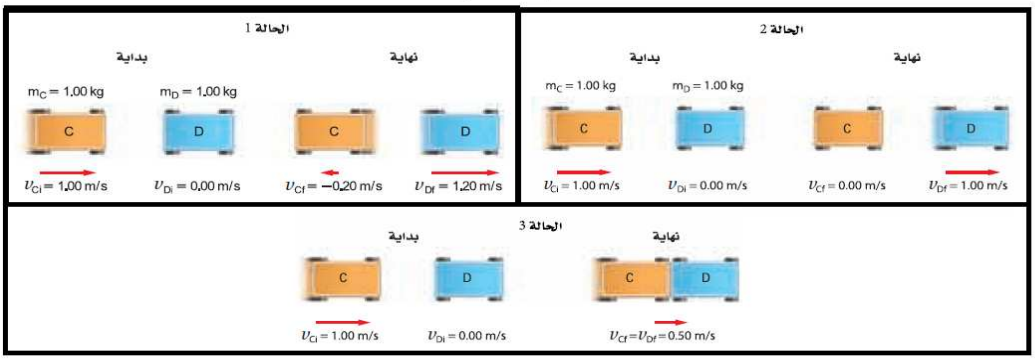
تحليل التصادمات Analyzing collisions

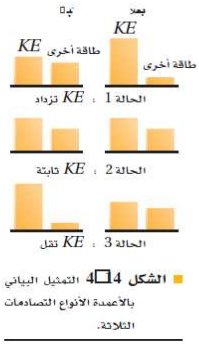
+التصادمات ثلاثه انواع : 1-التصادم فوق المرن (الانفجاري) 2-التصادم المرن (شبه المرن) 3-التصادم عديم المرونة

1-التصادم فوق المرن (الانفجاري):وهو التصادم الذي تزداد فيه الطاقه الحركيه عما كانت عليه قبل التصادم .

2-التصادم المرن (شبه المرن) :و هو التصادم الذي لا تتغير فيه الطاقه الحركيه و يسمى (التصادم شبه المرن) وهو يحدث بين الأجسام الصلبه المرنة (الفولاذ +الزجاج +البلاستيك الصلب) .

3-التصادم عديم المرونة : وهو التصادم الذي تقل فيه الطاقه الحركيه (تتحول لطاقه حراريه) يحدث بين المواد الناعمه او اللزجه مثل (الطين)





الشكل 4□4 التمثيل البياني بالأعمدة لأنواع التصادمات الثلاثة.

+((من المفترض أن تتساءل كيف اختلف مقدار الطاقةالحركيه في التصادمات السابقه ؟؟ هذا يتنافى مع قانون حفظ الطاقه))
الجواب:: +يطبق قانون حفظ الزخم على كل التصادمات (بالتالي الزخم محفوظ في كل التفاعلات السابقه) .
أما قانون حفظ الطاقه فانه يطبق على التصادمات المرنه فقط (بالتالي اختلفت مقادير الطاقه أعلاه)

تصادمات السيارات : الزخم هو الذي يؤدي الى توقف السيارتان المتصادمتان
الطاقه فهي المسؤولة عن التحطم والضرر ف السيارتان

من المفيد ذكر مثالين لتصادمين بسيطين. المثال الأول لتصادم مرن بين جسمين متساويين في الكتلة، مثل تصادم كرة بلياردو متحركة بسرعة متجهة v بكرة بلياردو أخرى ساكنة، حيث تتوقف الكرة الأولى بعد التصادم، وتتحرك الكرة الأخرى بالسرعة المتجهة نفسها v. ومن السهل إثبات مبدأ حفظ الزخم وحفظ الطاقة في هذا التصادم.

والمثال الثاني لتصادم يحدث بين متزلجين؛ المتزلج الأول كتلته m ويتحرك بسرعة متجهة v في اتجاه متزلج آخر له الكتلة ذاتها، فيصطدم به ويلتصقان معًا بعد التصادم ويتحركان كجسم واحد، ونتيجة لحفظ الزخم لابد أن تكون سرعتهما معًا $\frac{1}{2}v$. إن الطاقة الحركية النهائية للمتزلجين KE هي:

$KE = \frac{1}{2}(2m)(\frac{1}{2}v)^2 = \frac{1}{4}mv^2$، أيْ نصف الطاقة الحركية الابتدائية، وذلك لأن التصادم عديم المرونة.

الفصل 5 الطاقة الحرارية Thermal Energy

5-1 درجة الحرارة والطاقة الحرارية
Temperature and Thermal Energy

+الديناميكا الحراريه : هي دراسه تحولات الطاقه الى اشكال اخرى
-يستخدم المهندسون قوانين الديناميكا الحرارية في تطوير أداء الثلاجات و محركات المركبات و الطائرات

الطاقة الحرارية Thermal Energy

+-الطاقه الحرارية : هي الطاقه الكليه للجزيئات المكونة للماده
-يرتبط متوسط الطاقه لكل جزئ بدرجه حرارة الماده
+ما الذي يسبب تمدد مطاط البالون عند نفخه ؟ تسبب التصادمات بين ذرات الغاز وجدار البالون هذا التمدد
-عند وضع البالون في اشعه الشمس يتمدد أكثر لأن الحرارة تكسب جزيئات الغاز المزيد من الطاقه ما يزيد التصادمات
-عند وضع البالون في مكان بارد فانه ينكمش لان خفض الحرارة يبطئ من حركة جسيمات الغاز فبالتالي تقل التصادمه
-الأمثله أعلاه تتحدث عن الغازات ف ماذا عن المواد الصلبه ؟ .
المواد الصلبه لها طاقه حركيه ايضا و لكن ليس لها حرية الحركه التي في الغاز

الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة Thermal Energy and Temperature

+للجسم الساخن طاقه حرارية أكبر من الجسم البارد
+" درجه الحرارة " تعتمد على متوسط الطاقه الحركيه للجزيئات في الجسم
+لا تعتمد " درجه الحراره " على عدد الذرات في الجسم (لا تعتمد)

الاتزان والقياس الحراري Equilibrium and Thermometry

+التوصيل الحراري: هو عمليه انتقال الطاقه الحركيه عندما تتصادم الجزيئات .
مثال: الترمومتر تنتقل الطاقه الحركيه من جسمك لجزيئات الزئبق ف تتمدد .

+الاتزان الحراري: هو الحاله التي يصبح عندها معدلا تدفق الطاقه بين جسمين متساويين و يكون لكلا الجسمين درجه الحرارة نفسها (يتوقف انتقال الطاقه الحركيه و الحرارية بين الجسمين عند الاتزان).

+يعتمد عمل مقاييس الحرارة على خاصيه " الحجم " و " التمدد " و "التقلص "
-تحوي بعض المقاييس سائل (مثل الكحول) يتمدد بالحرارة
-تحوي القاييس المسماة " السائله- البلوريه "على عدة سوائل بلورية تتغير لونها عند درجات حرارة متنوعه
-المقاييس الطبيه والمستخدمه في المحركات تحوي دوائر الكترونيه حساسه للحرارة

مقياسا درجة الحرارة: السلسيوس والكلفن Temperature Scales: Celsius and Kelvin

السليسيوس	الكلفن
نقطه تجمد الماء عند : 0 c	نقطه تجمد الماء عند :273k
نقطه غليان الماء عند :100 c	نقطه غليان الماء عند :373k
الصفر المطلق عند : 273.15 C-	الصفر المطلق عند :0 K
-عملي في القياسات اليومية . -غير عملي في المسائل الهندسيه و العلميه لأنه يحتوي على تدريج سالب و الطاقه الحركيه موجبه دائما	-عملي في المسائل الهندسيه و العلميه لانه لا يحتوي على درجات سالبه (يبدأ تدريجه من الصفر)

+مقياس السلسيوس غير عملي في المسائل الهندسيه و العلميه
لأنه يحتوي على تدريج سالب و الطاقه الحركيه موجبه دائما
+مقياس كلفن هو المستعمل في الحسابات الهندسية و العلميه لانه لا يحتوي على قيم سالبه

+لا يمكن تبريد الاجسام أكثر من درجه الصفر المطلق و لا يوجد اقل من الصفر المطلق .
+للتحويل بين الكلفن و السلسيوس نستخدم المعادله التاليه: $T_K = T_C + 273$.

+عند درجات التبريد الكبيره يصبح الغاز سائلا ف مثلا الهيليوم يصبح سائل عند درجه
4.2 كلفن = 269- سلسيوس .

الحرارة وتدفق الطاقة الحرارية Heat and the Flow of Thermal Energy

+عندما يتلامس جسامان فانهما يتناقلان طاقه
+تسمى تلك الطاقه التي تنتقل بين الجسمين " الحرارة ".
+"الحرارة " هي : الطاقه التي تتدفق دائما من الجسم الأسخن الى الجسم الأبرد و تقاس بـ (الجول)
+رمز الحرارة هو " Q "و هي اما موجبه و تعني (امتصاص طاقه) او سالبه وتعني (انبعاث طاقه)

+ لتدفق الطاقه (الحرارة) 3 طرق : 1- التوصيل الحراري 2-الحمل الحراري 3- الاشعاع الحراري

1- التوصيل الحراري و هو الذي يحدث عند تلامس الاجسام مثل الترمومتر

2-الحمل الحراري:حركة المائع في الماده السائله أو الغازية و التي تحدث بسبب اختلاف درجه الحراره
ينتج عن الحمل الحراري عدة ظواهر : 1- العواصف الرعديه 2-الاضطراب الجوي 3-تغير الطقس

3- الاشعاع الحراري وهو: انتقال الطاقه عن طريق الأمواج الكهرومغناطيسية مثل ((الشمس))

الحرارة النوعية Specific Heat

+السعه الحرارية النوعيه : هي كميه الطاقه التي يجب أن تكتسبها الماده لترتفع درجه حرارتها درجه سليليزية واحده
رمزها : " C " و تقاس بوحده : $J/kg.k$

+تعتمد مقدار الحرارة التي يكتسبها الجسم أو يفقدها على 3 عوامل:1-الكتله 2-درجه الحرارة 3-الحرارة النوعيه

الحرارةالمكتسبه أو المفقوده	$Q = mC\Delta T = mC\,(T_f - T_i)$
الحرارة المنقولة تساوي كتلة الجسم مضروبة في حرارته النوعية وفي الفرق بين درجتي حرارته النهائية والابتدائية.	

ملحوظة هامه جدا : ((1C=1K))
التدريج الواحد على مقياس كلفن يساوي التدريج الواحد على مقياس سلسيوس

المسعر: Calorimeter

قياس الحرارة النوعية Measuring Specific Heat

+المسعر : أداة تستخدم لقياس التغير في الطاقه الحرارية
+يكون المسعر معزولا تماما
+يستخدم المسعر في: 1-قياس التفاعلات الكيميائية 2-قياس محتوى الاطعمه من الطاقه
+يعتمد المسعر في عمله على مبدأ حفظ الطاقه بحيث لا تضاف و لا تفقد اي طاقه أثناء القياس

حفظ الطاقة	$E_A + E_B =$ ثابت
تكون الطاقة الحرارية في النظام المغلق والمعزول للجسم A مضافًا إليها الطاقة الحرارية للجسم B مقدارًا ثابتًا.	

-طريقه عمله: توضع كميه من الماء البارد معلومة المقدار و معلومه درجه الحرارة داخل حجرة خاصه و توضع كتله من ماده ساخنه التي يراد قياسها في حجرة ايضا ف تنتقل الحرارة من هذه الماده الساخنه الى الماء البارد و يحسب مقدار التغير عن طريق حساب الفرق بين درجه حرارة الماء قبل انتقال الطاقه و بعده .

لحل المسائل على المسعر نستخدم القانون التالي مع مراعاه النهايه والبدايه فيه :

$$T_f = \frac{m_A C_A T_A + m_B C_B T_B}{m_A C_A + m_B C_B}$$

- تقسم المخلوقات الحيه الى قسمين بناء على تنظيم درجه حرارته : 1- ثابته درجه الحرارة 2-متغيرة درجه الحرارة
1-المخلوقات ثابته درجه الحرارة : و هي التي تتحكم في درجات حرارة أجسامها داخليا ((عن طريق الايض))
2-المخلوقات متغيره درجه الحرارة : وهي التي تتغير درجه حرارة اجسامها تبعا للبيئة المحيطه (مثل السحليه)

تغير حالة المادة Changes of State

+حالات الماده الشائعه : 1- صلبه 2- سائله 3- غاز
+تتغير الماده من حاله لأخرى عند تغير حرارتها لأن الحرارة تؤثر في حركه الجسيمات مما يغير حالة الماده

1-درجه الانصهار : هي درجه الحرارة التي يتغير عندها الماده الصلبه الى سائله و تساوي 273 كلفن
تعمل الحرارة على تفكيك الروابط بين الجزيئات ولا تزيد طاقتها الحركيه فقط تحررها
و بما أن الطاقه الحركيه لا تتغير اذا درجه الحرارة لا تتغير ايضا بين الجزيئات بل ثابته

2-درجه الغليان : وهي درجه الحرارة التي يتحول عندها السائل لغاز وتساوي 373 كلفن
تعمل الطاقه الحرارية على زياده الطاقه الحركيه للجزيئات مما يؤدي لتغيرها

+الحرارة الكامنه لانصهار : هي كميه الطاقه الحرارية اللازمة لانصهار 1 كيلوجرام من ماده صلبه و رمزها : H_f

+الحرارة الكامنه للتبخر : هي كميه الطاقه الحراريه اللازمة لتبخير 1 كيلو جرام من ماده سائله ورمزها : H_v .

الحرارة اللازمة لصهر الكتلة الصلبة	$Q = m H_f$
الحرارة اللازمة لصهر الكتلة الصلبة تساوي مقدار الكتلة الصلبة من الماء مضروبة في الحرارة الكامنة للانصهار للمادة الصلبة.	

كما يعبر عن كمية الحرارة Q اللازمة لتبخير كتلة m من السائل بالمعادلة الآتية:

الحرارة اللازمة لتبخير السائل	$Q = m H_v$
الحرارة اللازمة لتبخير سائل ما تساوي كتلة السائل مضروبة في الحرارة الكامنة لتبخير السائل.	

وعندما يتجمد السائل فإنه يفقد كمية من حرارته تساوي $Q = -m H_f$ لتحويله إلى مادة صلبة. وتشير الإشارة السالبة إلى أنّ الحرارة تنتقل من العينة إلى المحيط الخارجي. وبالطريقة نفسها، عندما يتكاثف بخار إلى سائل فإنّه يفقد كمية من الحرارة مقدارها $Q = -m H_v$. ويبين الجدول 2-5 بعض قيم الحرارة الكامنة للانصهار H_f والحرارة

القانون الأول للديناميكا الحرارية The First Law of Thermodynamics

+ القانون الأول في الديناميكا الحرارية: أن االتغير في الطاقه الحرارية ΔU يساوي كميه الحرارة المضافه للجسم "Q" مطروحا منها الشغل "W" الذي يبذله الجسم

القانون الأول للديناميكا الحرارية	$\Delta U = Q - W$
التغير في الطاقة الحرارية لجسم ما يساوي مقدار الحرارة المضافة إلى الجسم مطروحًا منه الشغل الذي يبذله الجسم.	

+يعد القانون الاول في الديناميكا الحرارية صياغه اخرى لقانون حفظ الطاقه "الطاقه لا تفنى و لا تستحدث "+

-" المحركات الحرارية " :
+ان الدفئ الذي تشعر به نتيجه فرك يديك ببعضهما هو ناتج عن تحول الطاقه الميكانيكيه لطاقه حرارية و هي عمليه سهلة
+تحدث العمليه العكسيه للعمليه أعلاه بصعوبه و هي تحول الطاقه الحرارية لطاقه ميكانيكيه
+" المحرك الحراري " هو أداة ذات قدرة على تحويل الطاقه الحرارية الى طاقه ميكانيكيه مستمرة
+من أمثله المحركات الحرارية : مكابس السيارة (البستم) و فيها تتحول الطاقه الحرارية الناتجه عن احتراق البنزين الى طاقه ميكانيكيه تحرك السيارة .
+دائما ترافق عمليه تحولات الطاقه وجود " طاقه ضائعه " : و هي الحرارة غير المتحولة لشغل و رمزها : Q_L
وبناء على ذلك لا يوجد محرك في العالم يحول كل الطاقه لشغل او طاقه نافعه لانه لا بد من وجود طاقه ضائعه
+الكفاءة : هي النسبه بين كميه الحراره الداخله للمحرك Q_H و الشغل النافع الذي نتج W W / Q_H

+-المبردات (الثلاجات): هي أدوات تعمل على انتزاع الطاقه الحرارية من الجسم الأبرد واضافتها الى الجسم الأسخن عن طريق بذل شغل ميكانيكي

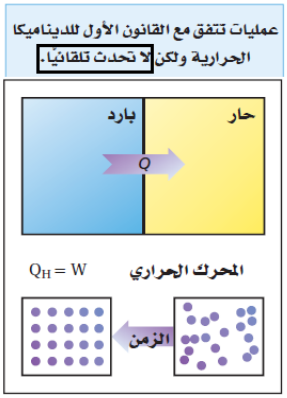
+آليه عمل المبرد : ((الكتاب ص156 2ث ف1))

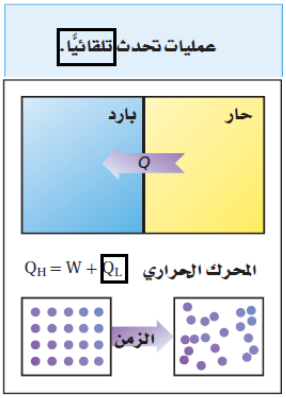
+المضخات الحرارية : هي عبارة عن مبرد يعمل في كلا الاتجاهين ف تنتزع الحرارة من المنزل في الصيف و لذا يبرد المنزل أما في الشتاء ف تنتزع الحرارة من الهواء البارد و تنقلها الى داخل المنزل لتدفئته و في كلا الحالتين يتطلب ذلك طاقه

القانون الثاني للديناميكا الحرارية

The Second Law of Thermodynamics

-درس المهندس الفرنسي (سادي كارنو) عمليات تحول الطاقه ف وجد أنه لا بد من ظهور طاقه ضائعه و هو لذي اطلق ما يسمى (الانتروبي): وهو مقياس لعدم الانتظام في النظام .





■ الشكل 14–5 العديد من العمليات التي تحقق القانون الأول للديناميكا الحرارية لا تحدث تلقائيًا. في حين تحقق العمليات التلقائية كلا القانونين الأول والثاني للديناميكا الحرارية.

+تتناسب الانتروبي طرديا مع : 1- سرعه الجسيمات 2- الحرارة

+تغير الشغل لا يؤثر في الانتروبي لأن الاحتكاك مهمل

+رمز الأنتروبي : " S "

+وحدة الانتروبي هي : " J / K "

التغير في الإنتروبي $\Delta S = \frac{Q}{T}$

التغير في الإنتروبي لجسم ما يساوي مقدار الحرارة المضافة إلى الجسم مقسومة على درجة حرارة الجسم بالكلفن.

+اذا ما هو القانون الثاني في الديناميكاالحرارية ؟

- ينص "القانون الثاني في الديناميكا الحرارية " على : ان العمليات الطبيعيه جميعها تجري في اتجاه المحافظة على الانتروبي أو زيادته وأنه مع مرور الوقت ستصبح الأشياء كلها أكثر عشوائية و اقل انتظاما .

- من الامثله على القانون الثاني: الاختلاط التلقائي لصبغه الطعام بالماء حيث يحدث تدريجيا حتى يصطبغ الماء كله

+يقدم القانون الثاني للديناميكا معنى جديد لأزمة الطاقه و هي الازمة التي تشير الى المشاكل الناجمه عن الاستخدام المستمر للوقود حيث انه عند استخدامه تحدث بعض الطاقه الحرارية الضائعه ف تبقى في الكون مما يزيد الانتروبي

+من الممكن رياضيا للترتيب الكيميائي الأصلي أن يعاد تشكيله الا ان احتمال ذلك بالتأكيد معدوم .

+يستخدم الانتروبي بوصفه مقياسا لعدم توافر طاقه مفيده .

+علم الديناميكا الحرارية يعد أساسا لعمل الآلات الحرارية .

الفصل 6 حالات المادة States of Matter

6-1 خصائص الموائع Properties of Fluids

الضغط Pressure

+الموائع هي المواد التي تتدفق و ليس لها شكل محدد
+السوائل و الغازات و البلازما موائع
+المواد الصلبه ليست موائع
+ " الموائع المثاليه " هي الموائع التي لا تشغل جزيئاتها حيز و ليس لها قوى تجاذب تربطها بعضها ببعض
+الضغط P يمثل القوة المؤثرة في سطح ما مقسومه على مساحه ذلك السطح A

الضغط $P=\frac{F}{A}$

الضغط يساوي القوة مقسومة على مساحة السطح.

+الضغط كيمه قياسيه " غير متجهة "
+وحده قياس الضغط هي : "باسكال " Pa " وهي تعادل " $1N / m^2$ "

+فروض نظرية الحركه الجزيئية :
1-جزيئات الغاز تتحرك عشوائيا 2-جزيئات الغاز تتحرك بسرعه عاليه 3-التصادمات بينها مرنه
4-عند ارتطام الغاز بسطح الاناء يتغير زخمه 5-يتولد ضغط الغاز بفعل الدفع الناتج عن التصادم .

+الضغط الجوي = 100 كيلو باسكال

قوانين الغاز The Gas Laws

1-قانون بويل: ينص على أن حجم الغاز يتناسب عكسيا مع الضغط المؤثر عليه عند ثبوت الحرارة $P_1V_1 = P_2V_2$

2-قانون شارلز : ينص على أن العلاقه بين حجم الغاز و درجه حرارته علاقه " طرديه "مع ثبوت الضغط $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

3-يمكن دمج قانوني بويل و تشارلز في قانون واحد يسمى "القانون العام للغازات ":

القانون العام للغازات $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ = ثابت

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

+اذا انخفضت الحرارة الى 273- سلسيوس فان حجم الغاز يصبح "صفر" .
و هذه الدرجه تساوي الصفر على مقياس كلفن و لذلك تسمى هذه النقطه " الصفر المطلق "

((قانون الغاز المثالي))

ملحوظة عود للكتاب ص179 لمعرفه الرمز الصحيح للثابت بولتزمان

+يتناسب ثابت الغاز $\mathcal{R}$ طرديا مع عدد الجزيئات N

ويسمى الثابت $\mathcal{R}$ بثابت بولتزمان ويساوي $1.38 \times 10^{-23}\ Pa.m^3/K$

+عدد الجزيئات N هو عدد كبير جدا لذلك يستخدم العلماء وحده المول (mol)و تمثل في المعادلات ب الحرف (n)

+المول الوحد = 6.022×10^{23} وهذا العدد يسمى عدد افوجادرو

+استخدام المولات بدلا من عدد الجزيئات يختزل ثابت بولتزمان $\mathcal{R}$ الى الثابت R في معادلات الغاز

+ قيمه الثابت R = $8.31\ Pa.m^3/mol.K$

قانون الغاز المثالي	$PV = nRT$
للغاز المثالي، يكون حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه يساوي عدد المولات مضروبًا في الثابت R ودرجة حرارته بوحدة كلفن.	

التمدد الحراري Thermal Expansion

+" التمدد الحراري " خاصيه للمواد في جميع حالاتها تسبب تمددها ف تصبح اقل كثافه عند التسخين

+تيار الحمل : هو دوران الهواء في الغرفه و تعتبر أداة تدفئة

+التمدد في الغازات هو الاكبر ثم التمدد في السوائل ثم التمدد في المواد الصلبه

التمدد : الغاز > السائل > الصلب

+الماده في حالتها الصلبه أكثر كثافه مما هي عليه في الحالة السائله

+بناء على الفقرة أعلاه فانه من المفترض أن يكون الجليد اكثر كثافه من الماء !

و كما تعلم ف ان الجسم الاكثر كثافه يغطس في الجسم الاقل كثافه و لكن الجليد يطفو على الماء كيف هذا ؟؟

الماء حاله خاصه فانه عند رفع درجه حرارته من 0 الى 4 سلسيوس فانه يتقلص بدلا من ان يتمدد (المفروض ارتفعت حرارته يتمدد)

و عند درجه حرارة 4 سلسيوس يصبح الماء له اكبر كثافه و لذلك يطفو الجليد ((راجع الكتاب ص182))

البلازما Plasma

+البلازما : هي الحاله شبه الغازيه للالكترونات السالبه الشحنه و الأيونات الموجبه الشحنه (((و هي من الموائع)))

-كيف تتكون ؟ تتكون عندما يستمر تسخين الغاز ف تصبح حركه جزيئاته سريعه جدا و تنتج ايونات موجبه

أمثلتها : 1-النجوم 2-غاز الهيدروجين 3-الصواعق 4-اشارات النيون .

5-مصابيح الفلورسنت 6 - مصابيح الصوديوم 7-اللوحات الدعائية (النيون)

((هام جدا : الفرق بين البلازما و الغاز : .

" البلازما توصل التيار بينما الغاز عازل لا يوصل التيار))

6-2 القوى داخل السوائل Forces within Liquids

القوى داخل السوائل نوعان : 1-قوى تماسك 2-قوى تلاصق

قوى التماسك Cohesive Forces

+قوى التماسك هي : قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بها الدقائق المتماثله بعضها في بعض
+الخواص الناجمه عن قوى التماسك : 1- التوتر السطحي 2-اللزوجه

1- التوتر السطحي:هو الخاصيه المتمثله في ميل سطح السائل الى التقلص لأقل مساحه ممكنه
مثل : 1-وجود قطرات الزيت على الاجسام 2-وجود قطرات الندى على خيوط العنكبوت
3-سير صرصور الماء على الماء دون غطسه 4- مشبك الورق الفولاذي يطفو على سطح

*تكون قطرات الماء الملاحظة بسبب التوتر السطحي كروية الشكل لماذا ؟؟
-لأن الشكل الكروي هو الأقل مساحه و من تعريف التوتر السطحي أنه يقلص السائل لاقل مساحه ممكنه
+كلما زاد التوتر السطحي للسائل زادت قوة ممانعته لتحطم سطحه
-الزئبق توتره السطحي اقوى من الماء
-الكحول و الايثر توترها السطحي ضعيف
+الماده التي توترها السطحي كبير تظهر قطراتها كروية
+الماده التي توترها السطحي ضعيف تظهر قطراتها مسطحه

2-اللزوجه :
+تسبب قوى التماسك احتكاكا داخليا بين جزيئات السائل ف تقلل من تدفقه
+اللزوجه هي: مقياس للاحتكاك الداخلي للسائل
+لزوجه الماء منخفضه جدا
+زيت المحرك لزج
+اللابه و الصخور المنصهرة هي اشد الموائع لزوجه

قوى التلاصق Adhesive Forces

+قوى التلاصق : هي عبارة عن قوى تجاذب كهرومغناطيسية بين الجزيئات بواسطتها تلتصق ماده بأخرى
+الخواص الناجمه عن قوى التلاصق : 1-الخاصيه الشعريه
الخاصيه الشعريه : ارجع للكتاب ص 185 غير مشروحه بشكل مفهوم انظر فيديو الشرح على اليوتيوب

التبخر والتكاثف Condensation

+لماذا تختفي البركه الصغيره في ايام الصيف الحاره ؟
-الجواب لأن الحرارة تجعل جسيمات سطح السائل تتحرك بسرعه ف تنفلت من السائل
(تنفلت الجزيئات الكبيره لأن الجزيئات الصغيرة لا تقاوم قوى التماسك)
-التبخر : هو هروب الجزيئات من سطح السائل

+هناك عمليه تسمى التبريد بالتبخير : تتمثل في تعرق جسم الانسان و هي كالتالي :
*حيث يفرز الجسم عرقا ف يقوم الهواء بتبخيره مما يؤدي الى شعورك بالبرد .

لماذا تشعر في الأيام الرطبه بدفئ أكثر من الأيام الجافه ؟؟
-الجواب لأنه في الأيام الرطبه يكون الجو مشبع ببخار الماء و لذلك لا يبخر العرق الصادر منك ف بالتالي لا تشعر بالبروده أما في الأيام الجافه يتبخر العرق الصادر منك ف تشعر بالبرد

+التعرق هو ميكانيكيه التبريد الرئيسية في جسم الانسان و لا يستطيع الانسان تبريد نفسه في أيام الرطوبه

- التكاثف : هو عمليه تحول جزيئات الغاز الى سائل
- أسباب التكاثف : 1- انخفاض درجه الحرارة 2-انخفاض الطاقه الحركيه لجزيئات الغاز
- الظواهر الناجمه عن التكاثف ؟ : 1-الضباب

+كيف يتكون الضباب ؟ يتكون الضباب عندما تنخفض درجه الحرارة ف يتكاثف بخار الماء حول ذرات الغبار في الهواء و يكونان قطيرات ماء صغيرة جدا و تسمى السحابه المتكونة من هذه القطيرات " الضباب "
+متى يحدث الضباب ؟ يحدث الضباب عندما يلامس الهواء الرطب سطح الأرض البارد ف تنخفض حرارته وتحدث العمليه اعلاه ((من الامثله المشابهة للضباب عمليه فتح علبه المشروب الغازي ف يتكثف بخار الماء)) .

الموائع الساكنة Fluids at Rest

+ينخفض الضغط الجوي كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر

+مبدأ باسكال : ينص على أن الضغط في المائع يعتمد على عمق المائع و لا علاقه له بشكل الوعاء و أيضا انه عند التاثير بضغط في المائع فانه ينتقل الى جميع نقاط المائع بالتساوي

+تطبيقاته : 1- عصر أنبوب معجون الاسنان 2-النظام الهيدروليكي بغض مضاعفه القوى

القوة الناتجة عن الرافعة الهيدروليكية $F_2 = \frac{F_1 A_2}{A_1}$

القـوة المؤثرة في المكبس الثاني تسـاوي القوة التي يؤثر بها المكبس الأول مضروبة في نسبة مساحة المكبس الثاني إلى مساحة المكبس الأول.

السباحة تحت الضغط swimming under pressure

+عندما تسبح تشعر بأن الضغط يزداد على جسمك وهذا عائد الى انك .
كلما غطست لمكان أعمق فان تاثير الجاذبيه يزداد و الضغط يزداد ايضا

ضغط الماء على الجسم $P = \rho h g$

الضغـط الذي يؤثر به عمود الماء في الجسـم يسـاوي حاصل ضـرب كثافة الماء في ارتفاع عمود الماء في تسارع الجاذبية الأرضية.

*تطبق هذه المعادله على كل الموائع وليس الماء فقط
*ضغط الماء على سطح القمر = سدس قيمته على الارض

++<u>قوه الطفو</u> : هي القوة المؤثره في جسم مغمور في مائع لأعلى..
+كلما زاد العمق كلما زاد الضغط و بالتالي تزيد قوة الطفو .
+قوة الطفو هي التي تسمح لك بالسباحه والا ستسقط في القاع .
+مبدأ ارخميدس :ينص على أن الجسم المغمور في مائع تؤثر فيه قوة رأسيه لأعلى (قوة الطفو) و هذه القوة تساوي وزن المائع المزاح عن طريق الجسم ولا تعتمد هذه القوة على وزن الجسم ولكنها تعتمد على وزن المائع المزاح فقط

ضغط الماء على الجسم $P = \rho h g$

الضغـط الذي يؤثر به عمود الماء في الجسـم يسـاوي حاصل ضـرب كثافة الماء في ارتفاع عمود الماء في تسارع الجاذبية الأرضية.

+تطبيقات على مبدأ ارخميدس : 1- السفن 2- الاسماك 3- الغواصات .
-للسفن جسم كبير مجوف مما يجعل كثافتها اقل من كثافه الماء ف تطفو.
-للاسماك انتفاخ غشائي يسمى مثانه العوم لتتحكم في عمق الغوص والطفو

+كيف يمكننا تحديد هل اذا كان الجسم سيطفو أم لا ؟

- تحدد " الفرق بين قوة الطفو و وزن الجسم " ما اذا كان الجسم سيغوص أم سيطفوا و هناك 3 حالات:

1-وزن الجسم المغمور أكبر من قوة الطفو هنا (سيغوص)لأن القوة المحصله تؤثر فيه لاسفل في اتجاه الوزن .

2-وزن الجسم المغمور أقل من قوة الطفو هنا (سيطفوا) لان القوة المحصله تؤثر فيه لاعلى في اتجاه قوة الطفو .

3-وزن الجسم مساوي لقوة الطفو هنا (ستبقى العبوة مكان موضعها ف الماء) ولا قوة محصله ولها قوة طفو متعادله

+تسمى الأجسام التي لها قوة طفو متعادله (كما ف الحاله 3) " الأجسام عديمه الوزن" لان وزنها الظاهري=0

+الحاله 3 هي التي يعانوي منها رواد الفضاء في الفضاء لذلك (في بعض الاحيان يتدرب رواد الفضاء في مسابح)

+ ماهو الوزن الظاهري ؟ هو وزن الاجسام المغمورة في مائع و هو أقل من الوزن الحقيقي دائما و يعطى بالعلاقه :

$$F_{\text{الظاهري}} = F_g - F_{\text{الطفو}}$$

+بوجه عام : يطفو الجسم اذا كانت كثافته اقل من كثافه المائع و يغوص اذا كانت كثافته اكبر من كثافة المائع

الموائع المتحركة: مبدأ برنولي Fluids in Motion: Berboulli s Principle

+نص مبدأ برنولي: ينص على أنه عندما تزداد سرعه المائع يقل ضغطه (تناسب عكسي)

+يعد هذا المبدأ تمثيل لقانون حفظ الشغل و الطاقه في الموائع

+العوامل التي تؤدي الى زياده سرعه المائع : 1- ضيق مجرى المائع 2- زياده الشغل

+مثلا يكون الماء في الوادي اسرع منه في النهر (لان الوادي أضيق)و كذلك الخراطيم و ايضا تعتمد الدورة الدمويه جزئيا على مبدأ برنولي و يعتمد عليه في معالجه الجلطات و امراض القلب

+يتناسب الشغل طرديا مع القوة المؤثرة في مائع :

+اذا كانت محصله الشغل المؤثر في مائع موجبه فانه ضغط المائع في بدايه المقطع (مدخل المجرى) "حيث تكون سرعته اقل" يكون أكبر من الضغط عند نهايه المجرى "حيث تكون السرعه اكبر"

+تطبيقات على مبدأ برنولي : 1-بخاخ الطلاء 2-مرذاذ العطر 3-المازج في محرك البنزين

+يوضح النفخ فوق سطح ورقه مبدأ برنولي (التصفير بالورق) ص195

+خطوط الانسياب : الخطوط التي تمثل تدفق الموائع حول الاجسام

+اذا تحركت خطوط الانسياب حركه ملتفه كالدوامة بحيث اصبحت منتشرة فاننا نقول حينها " المائع مضطرب"

+مبدأ برنولي لا يطبق على الموائع المضطربه +

6-4 المواد الصلبة Solids

الأجسام الصلبة Solid Bodies

+خواص المواد الصلبه : 1- قاسيه 2- تقطع لقطع 3- تحتفظ بشكلها 4-يمكنك دفعها 5-لا تتدفق

+المواد الصلبه نوعان : 1- مواد صلبه بلورية 2- مواد صلبه غير بلوريه

1- المواد الصلبه البلوريه : هي المواد التي تترتب جزيئاتها بنمط ثابت ومكررمثل الكوارتز البلوري

2- المواد الصلبه غير البلوريه : وهي مواد لها شكل و حجم محددان ولكن لا تشكل جزيئاتها نمطا ثابتا و محددا و تصنف على انها سوائل لزجه أو بطيئة التدفق مثل الزبد و الزجاج

+جزيئات المواد الصلبه تتحرك ولكن على شكل ذبذبه حول اماكن ثابته (حركه بسيطه)+

+تذكر الخاصيه الخاصه بالماء من حيث تمدده و تقلصه في الصفحه ص 182 في هذا الدرس سندرس خاصيه مميزة اخرى للماء ولكن بدلالة درجه التجمد +

-حيث أنه في السوائل عموما عند زياده الضغط تزداد درجه التجمد
ما عدا الماء عند زياده الضغط عليه تنخفض درجه التجمد

+تسمى قدرة الماده الصلبه على العودة الى شكلها الاصلي عندما يزول تأثير القوى الخارجيه عليها " مرونية المواد الصلبه "

+اذا حدث تشوه كبير جدا فان الجسم لا يعود الى شكله الاصلي لانه قد تجاوز " حد مرونته "

+تعتمد المرونة على القوى الكهرومغناطيسية التي تحافظ على بقاء الجزيئات معا

التمدد الحراري للمواد الصلبة Thermal Expansion of Solids

+تتمدد الاجسام الصلبه أيضا و لكن بقدر يسير .

+يتناسب التمدد طرديا مع التغير في درجه الحرارة .

+التمدد في الأجسام الصلبه نوعان : 1- تمدد طولي (ألفا) 2- تمدد حجمي (بيتا)

معامل التمدد الطولي $\alpha = \frac{\Delta L}{L_i \Delta T}$

إن معامل التمدد الطولي يساوي التغير في الطول مقسومًا على الطول الأصلي والتغير في درجة الحرارة.

ووحدة معامل التمدد الطولي هي ($^\circ C^{-1}$ أو $\frac{1}{^\circ C}$).

معامل التمدّد الحجمي $\beta = \frac{\Delta V}{V_i \Delta T}$

معامل التمدّد الحجمي يساوي التغير في الحجم مقسومًا على الحجم الأصلي والتغير في درجة الحرارة.

إن وحدة المعامل β هي ($\frac{1}{^\circ C}$ أو $^\circ C^{-1}$).

((ملحوظة هامه جدا: معامل التمدد الحجمي يساوي 3 أضعاف قيمة معامل التمدد الطولي لان الماده تتمدد في ثلاث اتجاهات))

+تطبيقات هامه على التمدد الحراري:

1-عند تصميم الجسور الخرسانيه يترك المهندسون فجوات صغيره تسمى " وصلات التمدد" لكي لا يتصدع الجسر في الصيف الحار بفعل التمدد

2-في قضبان السكك الحديديه تستخدم أيضا " وصلات التمدد " لكي لا تتحطم بسبب حرارة الصيف او الاحتكاك

3-في تصميم المباني تستخدم الضقبان الفولاذيه لتقويه الاسمنت و هنا يجب ان يكون للمادتان معامل التمدد نفسه كي لا يتصدع المبنى

4-صنع " المزدوج الحراري " و هو عبارة عن شريحه ثنائية الفلز تستخدم في منظمات الحرارة (الثيرموستات)

((لمعرفه اليه عمل المزدوج الحراري ارجع للكتاب ص204))