الباب الاول

الأبعاد والوحدات الهندسية

Engineering Dimensions and Units

فى بداية أى دراسه هندسيه يجب الالمام بموضوع الابعاد والوحدات المستخدمه للتعبير عن المقادير الطبيعيه التي تستخدم فى الدراسات الهندسيه وكذلك معرفة كيف يمكن اجراء التحويلات بين الوحدات المختلفه .

الأبعاد Dimensions

يستخدم الاصطلاح (بعد) Dimension للتعبير عن نوع كمية طبيعيه معينه ولذلك فانه على سبيل المثال نجد أن الطول ، المساحه ، الحجم ، الزمن ، القوه الكتله ، السرعه ، درجة الحراره ، الطاقه ، الشحنه الكهربيه ...الخ جميعها ابعاد مختلفه ومن الواضح انه يمكن التعبير عن بعض هذه الابعاد باستخدام ابعاد اخرى ولذلك فان بعض الابعاد يعتبر مشتق والبعض الآخر يعتبر بسيط أو اساسى والمجموعه الاخيره هى التى لايمكن التعبير عنها باستخدام ابعاد اخرى مثل الوقت والطول فى حين نجد انه على سبيل المثال البعد (المساحه) يمكن التعبير عنها كمربع لبعد الطول والسرعه يمكن التعبير عنها كحاصل قسمة البعد بين الطول علي الزمن واذا رمزنا للمساحه بالرمز [A] ، الطول بالرمز [l] ، السرعه بالرمز [V] ،الزمن بالرمز [θ] فان المعادلات التاليه توضح التعبير عن الابعاد المشتقه باستخدام الابعاد البسيطه :-

المساحه $[A] = [l^2]$

السرعه $[V] = [l/\theta]$

الوحدات Units

يستخدم الاصطلاح (وحده) Unit لقياس حجم او مقدار كمية بعد معين ولذلك فان البوصه ، القدم ، السنتيمتر ، الميل جميعها وحدات لقياس بعد الطول. ونجد ان البيانات الهندسيه يمكن الحصول عليها في عدة وحدات وتوجد علاقات محدده بين الوحدات الخاصه لـ (بعد) معين وباستخدام تلك العلاقات يمكن التحويل بين وحدة الى اخرى . وعلى سبيل المثال اذا كان لدينا الكميه ٦٠ ميل/ساعه ويراد تحويلها الي قدم/ثانيه فنلاحظ ان كلا من الوحدتين ميل/ساعه ، قدم/ثانيه تستخدم لقياس الـ (بعد) السرعه ولاجراء هذا التحويل يجب ان نحصل اولا علي العلاقه المحدده بين كل من الميل والقدم وكذلك بين الساعه والثانيه واذا علمنا أن هذه العلاقات هى كما يلي :-

١ ميل = ٥٢٨٠ قدم ، ١ ساعه = ٣٦٠٠ ثانيه

ومن تلك العلاقات نحصل علي مايلى:

٥٢٨٠ قدم/ميل = ١ ، ٣٦٠٠ ثانيه/ساعه = ١

وحيث ان عوامل التحويل الاخيره مساويه للوحده فان أى كميه يمكن ضربها أو قسمتها عليها دون ان يحدث تغيير فى قيمتها ولذلك فان تلك العوامل يمكن استخدامها بالطريقه التي تؤدى إلى اختصار الوحدات غير المرغوبه فيتبقى الوحدات المرغوبه كما يلى :

(٦٠ ميل/ساعه).(٥٢٨٠ قدم /ميل) . (١ساعه/٣٦٠٠ ثانيه) = ٦٠ × ٥٢٨٠ قدم/٣٦٠٠ ثانيه = ٨٨ قدم/ثانيه

ويوجد جداول خاصه بعوامل التحويل

نظم القياس Systems of Measurement

كما هو معروف أنه يمكن التعبير عن (بعد) معين بعدة وحدات ولذلك فيوجد عدة نظم للتعبير عن الوحدات حيث يمكن تقسيمها الي مجموعتين الأولي تعرف بالنظم الانجليزيه والاخري تعرف بالنظم المتريه وتضم كل مجموعه نظامين احدهما شائع الاستعمال في الاغراض العلميه والاخر شائع الاستعمال في الاغراض الصناعيه ومما يذكر ان وحدات كلا من الطول والكتله والزمن وحدات اساسيه بينما وحدات القوه تكون مشتقه فيما عدا النظم الانجليزيه والامريكيه الهندسيه تكون فيها وحدات القوه هي وحدات أساسيه وتصبح وحدات الكتله هي الوحدات المشتقه ولقد وجد أن وجود عدة وحدات تعبر عن (بعد) معين يؤدي الي شيء من الأرتباك مما أدي الي ظهور نظام جديد عام اقترح استخدامه في كل من الأغراض العلميه أو الصناعيه دوليا ليحل محل النظم الانجليزيه والمتريه ويعرف هذا النظام باسم النظام الدولي ويرمز له بالرمز SI وهي الحروف الأولي من كلمات النظام الدولى باللغه الفرنسيه وتم اعداد هذا النظام في عام ١٩٦٠ بواسطة مؤتمر عام للموازين والمقاييس وان كان هذا النظام يعتبر نظام مترى ويوضح جدول رقم (١-١) مقارنة لوحدات بعض الابعاد في النظم المختلفه بما فيها النظام الدولي SI.

جدول رقم (١-١) نظم المقاييس (النظم الانجليزيه)

	الانجليزى المطلق British Absolute	الانجليزى الهندسى British Engineering	الامريكى الهندسى American Engineering
الاستخدام	علمى	صناعى	صناعى امريكى
الطول	قدم	قدم	قدم
الكتله	رطل‌كتله	صلاج Slug	رطل‌كتله
الزمن	ثانيه	ثانيه	ثانيه
درجة الحراره	°ف	°ف	°ف
القوه	باوندال	رطل قوه	رطل قوه
الطاقه	و.حـ.ب	و.حـ.ب	و.حـ.ب
	قدم باوندال	قدم رطل قوه	قدم رطل‌قوه
مقلوب ثابت	١ رطل كتله.قدم	١ صلاج قدم	١٧٤ر٣٢ رطل كتله.قدم
معادلةنيوتن	باوندال. ثانيه^{٢}	رطل قوه ثانيه^{٢}	رطل قوه .ثانيه^{٢}

النظم المتريه

	سم.جم.ث C.G.S	م.كجم.ث M.KS	الدولى S.I
الاستخدام	علمـــى	صناعى	عـــام
الطول	سنتيمتر	متـــر	متـــر
الكتله	جـــرام	كيلوجرام	كيلوجرام
الزمن	ثانيـــه	ثانيـــه	ثانيـــه
درجةالحراره	°م	°م	°ن
القوه	داين	كجم قوه	نيوتن
الطاقه	كالورى ، أرج	كيلو كالورى ، جول	جول
مقلوب ثابت	١ جم .سم	٨٠٧ر٩ كجم كتله.متر	١ كجم متر
معادلةنيوتن	داين.ثانيه^{٢}	كجم قوه .ثانيه^{٢}	نيوتن .ثانيه^{٢}

النظام الدولي للوحدات SI System

يعتمد هذا النظام علي اتخاذ وحدة كقاعده للتعبير عن (بعد) معين ويمكن تكبيرها أو تصغيرها باضافة (بادئه) مناسبه لاسم الوحده المستخدمه والبادئه المستخدمه هي لمضاعفات الرقم عشره فعلى سبيل المثال تتخذ الوحده (متر) كقاعده للتعبير عن الطول ويمكن تكبيرها باضافة البادئه (كيلو) فتصبح كيلومتر كما يمكن تصغيرها باضافة البادئه (ميللى) فتصبح ميللى متر الا انه يجب ملاحظة انه لايمكن اضافة بادئتين معا على القاعده كما يجب اختيار البادئه قبل الوحده التى تجعل الرقم المذكور يقع فى المدى من ١ر. إلى ١٠٠٠ وفيما يلى بعض الأمثله :-

- يجب التعبير عن ١٠٠٠٠ سم بالقيمه ١٠٠ متر ولايمكن التعبير عنها بالقيمه ١٠ كيلو سم بالرغم من ان كلا الرقمين يقع في المدى المذكور الا أن الرقم الاخير يحتاج إلى استخدام بادئتين هما (كيلو) ، (سم) .
- يجب التعبير عن ١٠٠٠٠٠ر. متر بالقيمه ١ ميكروميتر.
- يمكن التعبير عن ١٠٠٠٠ نيوتن/متر^{٢} بالقيمه ١٠ كيلو باسكال ولايمكن التعبير عنها لـ ١٠ كيلو نيوتن/متر^{٢}.
- لايمكن التعبير عن ٢٠٠٠ متر^{٣} بالقيمه ٢ كيلو متر^{٣} .

والجدول رقم (١-٢) يوضح أهم الوحدات الاساسيه والمشتقه في النظام الدولى.

تحويل الابعاد Conversion of Dimensions:

يتضح من التعريف المذكور من قبل للأصطلاح (بعد) انه لايمكن تحويل بعد الي آخر فلايمكن تحويل البعد (طول) الي البعد (مساحه) وهذا صحيح دائما الا في حالة كل من البعد (الكتله) والبعد (القوه) نظرا لوجود علاقه بينهما فيما يعرف بقانون نيوتن الثاني وبالتالي فباستخدام معامل خاص كما سيتضح من المناقشه التاليه يمكن احلال كلا من البعدين (الكتله والقوه) كلاهما محل الآخر . فمن قانون نيوتن الثاني الذي يدل على ان القوه تتناسب مع حاصل ضرب الكتله والعجله ويمكن التعبير عن ذلك رياضيا بالمعادله التاليه :-

القوه = ثابت التناسب × الكتله × العجله .

جدول رقم (١-٢)

بعض الوحدات الاساسيه والمشتقه فى النظام الدولى

البعد	إسم الوحده	رمزها	تكوينها
الطول	متر	م (m)	-
الكتله	كيلوجرام	كجم (kg)	-
التيار الكهربائى	أمبير	امبير (A)	-
درجة الحراره	كلفن	كلفن (K)	-
كمية الماده	مول	مول (mol)	-
الزمن	ثانيه	ث (s)	-
القوه	نيوتن	نيوتن (N)	كجم.م/ث^{٢}
الطاقه ، الشغل كمية الحراره	جول	جول (J)	نيوتن.م
القدره	وات	وات (W)	جول/ث
الجهد الكهربى،القوه الدافعه الكهربيه	فولت	فولت (V)	وات/امبير
المقاومه الكهربيه	أوم	أوم (ohm)	فولت/امبير
الضغط	باسكال	باسكال (Pa)	نيوتن/م^{٢}

وبالتالى فان وحدات ثابت التناسب هى وحدات [القوه/(الكتله × العجله)] أي وحدات [(قوه × مربع الزمن)/(الكتله × الطول)]

وتتوقف القيمه العدديه لثابت التناسب على الوحدات المستخدمه للتعبير عن الابعاد :- الكتله ، القوه ، الطول ، الزمن .

وعندما يكون لدينا كتله مقدارها ١رطل وخضعت لقوة الجاذبيه الأرضيه فاننا نحصل علي قوة مقدارها رطلقوه وبالتعويض في قانون نيوتن الثاني فان:-

١ رطل قوه = ثابت التناسب × ١ رطل كتله × ١٧ر٣٢ قدم/الثانيه ^{٢}

وبالتالى فانه :-

١/ثابت التناسب = ١٧ . ٣٢ رطل كتله قدم/رطل قوه ثانيه^{٢}

ولما كانت القيمه العدديه لمقلوب ثابت التناسب متساويه عدديا فقط مع القيمه العدديه للجاذبيه الارضيه فانه يرمز لمقلوب ثابت التناسب بالرمز g_c حيث يرمز للجاذبيه الارضيه بالرمز g ويجب ان يكون واضحا ان وحدات الـ g_c تختلف تماما عن وحدات البعد (عجله) والجدول رقم (١) يوضح وحدات مقلوب ثابت تناسب قانون نيوتن الثاني وقيمته العدديه فى النظم المختلفه للوحدات . ومما هو جدير بالذكر انه عند ضرب أو قسمة أى قيمه بالثابت g_c فإن قيمتها لا تتغير ولذلك فهو يستخدم عندما يكون المرغوب فيه احلال أى من الكتله أو القوه كلاهما محل الآخر وبمعنى آخر فان g_c يعتبر احد معاملات التحويل وهو يساوى الوحده شأنه فى ذلك شأن المعامل ٦٠ ثانيه/دقيقه أ، ١٢ بوصه/قدم أ، الخ

تحويل الوحدات Conversion of Units

عند كتابة القيمة العدديه لأى (بعد) فان أهميته أو قيمته الحقيقيه لن تتضح الا اذا ذكرت الوحدة المميزه له ولذلك اذا تم التعويض في احدى المعادلات بالقيم العدديه متبوعه بوحداتها فاننا نحصل على معادله تعرف باسم المعادله البعديه The Dimensional Equation وفى مثل تلك المعادلات فان الوحدات تعامل معامله الرموز الجبريه من حيث العمليات الحسابيه وبمعني آخر فان جميع العمليات الحسابيه التى تجرى علي القيم الرقميه يتم اجرائها ايضا على الوحدات

ولذلك فان (٤ متر)^{٢} = ١٦ متر^{٢}

٥ (جول/كيلوجرام .درجة كلفن) ×١٠ كيلوجرام × ٥ درجة كلفن

= ٥ × ١٠ × ٥ جول . كيلوجرام . درجه كلفن = ٢٥٠ جول
كيلو جرام . درجة كلفن

وعندما يكون المطلوب تحويل وحدة الي أخرى لنفس (البعد) فإنه يمكن استخدام معادله بعديه لاجراء ذلك التحويل حيث تكتب معادله أحد طرفيها الوحده المطلوبه في الطرف الايمن والطرف الاخر به الوحده الموجوده المطلوب تحويلها مضروبه في معامل التحويل المناسب وعندئذ يتم الحصول علي معامل التحويل المناسب الذى باستخدامه يؤدى الي اختصار الوحدات الواجب التخلص منها وظهور الوحدات المطلوب الحصول عليها كما فى المثال التالى :-

المطلوب تحويل وحدة حرارية بريطانيه/رطل درجه فهرنهيتيه الي جول/جرام درجة كلفن .

جول/جرام درجة كلفن = وحدة حراريه بريطانيه/رطل درجة فهرنهيتيه × معامل التحويل المناسب

وبفحص طرفي المعادله نجد ان البسط يحتوى علي جول في الطرف الأيمن وعلى وحده حراريه بريطانيه في الطرف الايسر ولذلك يجب الحصول علي معامل التحويل بينهما وكذلك نجد ان المقام في الطرف الايمن يحتوى على جرام درجة كلفن بينما الطرف الايسر يحتوى المقام على رطل درجة فهرنهيتيه ولذلك يجب الحصول على معامل التحويل من رطل الى جرام ومعامل التحويل من درجة كلفن الى درجة فهرنهيتيه . ويجب ان تكون وحدات المعاملات المطلوب الحصول عليها هى جول/وحده حراريه بريطانيه ، رطل/جرام ، درجه فهرنهيتيه/درجة كلفن. وعند البحث فى جداول معاملات التحويل قد نجد معاملا وحداته وحده حراريه بريطانيه/جول أي مقلوب الوحدات المطلوبه فيستخدم فى هذه الحاله مقلوب ذلك المعامل المتاح حتى يتم الاختصار المطلوب فى المعادله البعديه ولذلك فان المعامل المطلوب هو ٨ر١٠٥٤ جول/وحده حراريه بريطانيه فاذا لم يكن متوافر وكان المعامل الموجـود هو ٩ر٤٨ × ١٠$^{-٤}$ وحده حراريه بريطانيه/ جول فانه يتم التعويض بمقلوبه أي بالقيمه جول/٩ر٤٨ × ١٠$^{-٤}$ وحده حراريه بريطانيه.

- بالنسبه للمعامل الثاني هو ١٫٠٤٦ × ١٫١ × ١٠$^{-٣}$ رطل/جرام أو رطل/٤٥٣٫٦ جرام والمعامل الثالث هو ١٫٨ درجة فهرنهيتيه/درجة كلفن ويجب ملاحظة أن العلاقه هنا بين درجة فهرنهيتيه ودرجه كلفن هى العلاقه على المقياس نفسه والآن بعد الحصول على معاملات التحويل المطلوبه فبالتعويض بهما فى المعادله البعديه السابق كتابتها نحصل علي التحويلات المطلوبه كما يلي:-

جول/جرام . درجه كلفن = (وحده حراريه بريطانيه/رطل درجه فهرنهيتيه) × (١٫٨ × ١٫٠٥٤ × ١٫٠٤٦ × ١٫١ × ١٠$^{-٣}$ × ١٫٨).

∴ جول/جرام . درجة كلفن = (وحده حراريه بريطانيه/رطل . درجه فهرنهيتيه) × (١٫٨٥ × ٤٫١).

أحيانا مانجد ان المطلوب تحويل وحدة مشتقه الى أخرى لنفس (البعد) ولانجد لدينا معامل التحويل المناسب بينهما متوافر ففى هذه الحاله يجب ارجاع الوحدات المشتقه أو التعبير عنها بما يكافؤها من وحدات بسيطه حسب تعريف تلك الوحده المشتقه وعندئذ يمكن استخدام معاملات التحويل المتوفره بين الوحدات البسيطه لإجراء التحويل المطلوب والمثال الآتي يوضح ذلك :-

المطلوب تحويل وحدة حراريه بريطانيه الي كيلووات ساعه؟

كيلووات ساعه = وحده حراريه بريطانيه × معامل التحويل المناسب.

يجب ملاحظة ان الوات هى وحدة القدره في النظام الدولى وهى إسم يطلق على(جول/ثانيه)، ومن العلاقات التاليه يمكن الحصول على المعاملات المطلوبه :-

كيلووات = ١٠٠٠ وات ∴ كيلووات/١٠٠٠ وات = ١

وات = جول . ثانيه$^{-١}$ ∴ وات/جول ثانيه$^{-١}$ = ١

ساعه = ٣٦٠٠ ثانيه ∴ ساعه/٣٦٠٠ ثانيه = ١

وحده حراريه بريطانيه = ١٫٠٥٤٫٨ جول ∴ ١٫٠٥٤٫٨ جول/وحده حراريه بريطانيه = ١

∴ كيلووات ساعه =وحدة حراريه بريطانيه × $\frac{١}{١٠٠٠}$ × $\frac{١}{٣٦٠٠}$ × ١٫٠٥٤٫٨

= وحده حراريه بريطانيه × ٢٫٩٢٨ × ١٠$^{-٤}$

- احيانا مانجد أن المطلوب تحويل وحدة الى أخرى لنفس (البعد) إلا أن احداهما تحتوى على وحده كتله والأخرى تحتوى على وحدة قوه ففى هذه الحاله نستخدم مقلوب ثابت معادله نيوتن السابق ذكره مع احدى الوحدتين

حتـــى يتم ظهور الكتله فقط او القوه فقط في كلا طرفى المعادله البعديه وبعد ذلك يتم اجراءات التحويل كماسبق ذكره والمثال الآتى يوضح ذلك :-

* المطلوب تحويل رطل قوه الي وحدات القوه فى النظام الدولى ؟

لما كانت القوه هى حاصل ضرب الكتله فى العجله فانه يمكن الحصول على وحدات القوه فى النظام الدولى وهى كيلوجرام . متر/ثانيه^{٢} ويطلق عليها نيوتن وبالتالى فالمعادله البعديه هى :-

كيلوجرام . متر/ثانيه^{٢} = رطل قوه × معامل التحويل المناسب .

فى هذه الحاله يجب استخدام معامل التحويل g_c بالضرب فيه حتى يمكن اخفاء وحدة رطل قوه واظهار وحدة الكتله رطل كتله بدلا منها حيث

g_c = ١٧٤ر٣٢ قدم رطل كتله/رطل قوه ثانيه ^{٢} .

وعندئذ سنجد ان طرفى المعادله تحتوى على وحدات كتلة وطول وزمن ولما كان وحدة الزمن هى الثانيه فى طرفى المعادله فاننا نحتاج إلى معاملين تحويل يمكن الحصول عليهما كما يلي :-

١ رطـــــل = ٤ر٥٣٥٩ × ١٠$^{-١}$ كـيلوجـرام ∴ ٤ ٥٣٥٩ × ١٠$^{-١}$ كيلوجرام/رطل كتله = ١

١ قدم = ٣ر٠٤٨ × ١٠$^{-١}$ متر ∴ ٣ر٠٤٨ × ١٠$^{-١}$ متر/قدم = ١

بالتعويض فى المعادله البعديه نحصل على :-

كجم متر/ثانيه^{٢} = رطل قوه × ١٧٤ر٣٢ × ٤٥٣٥٩ر × ٣٠٤٨ر

= رطل قوه × ٤٤٨ر٤

∴ نيوتن = رطل قوه × ٤٤٨ر٤

* وفيما يلى مثال آخر :-

المطلوب تحويل وحدة الضغط رطلقوه/بوصه^{٢} الى باسكال واذا علمت أن الضغط الجوى يساوى ٧ر١٤ رطلقوه/بوصه^{٢} فما قيمة الضغط الجوى بوحدات الباسكال ؟

تعتبر الوحده باسكال وحدة مشتقه للضغط فى النظام الدولى فيجب كتابتها بصوره تحتوى على وحدات اساسيه باستخدام تعريفها كما يلى :-

باسكال = نيوتن/متر^{٢} ، نيوتن = كيلوجرام . متر/ثانيه^{٢}

∴ باسكال = كيلوجرام . متر/متر^{2} ثانيه^{2}

= كيلوجرام/متر ثانيه^{2}

والآن يمكن كتابة المعادله البعديه حيث تكتب الوحده المطلوب التحويل إليها فى الطرف الايمن:-

كيلو جرام/متر ثانيه^{2} = رطلقوه/بوصه^{2} × معامل التحويل المناسب.

والآن نحصل على معاملات التحويل اللازمه فنجد أنه يلزم معامل التحويل g_c ويجب الضرب فيه حتى يحل رطل كتله بدلا من رطلقوه ومن العلاقات التاليه يمكن الحصول على المعاملات الأخرى المطلوبه :-

قدم = ١٢ بوصه ∴ ١٢ بوصه/قدم = ١

متر = ٣٩ر٣٧ بوصه ∴ ٣٩ر٣٧ بوصه/متر = ١

رطل كتله = ٤٥٣٥٤ر٠ كيلوجرام ∴ ٤٥٣٥٤ر كيلوجرام/رطل كتله =١

ويلاحظ ان الضرب فى المعامل ١٢ بوصه/قدم يؤدى الى اختصار البوصه المربعه التي فى مقام الوحده المطلوب تحويلها الى بوصه فقط ، ثم استخدام المعامل ٣٩ر٣٧ بوصه/متر يؤدى الى احلال المترفى المقام بدلا من البوصه أما المعامل الأخير وهو ٤٥٣٥٤ر٠ كيلوجرام/رطل كتله يؤدى الى احلال الكيلوجرام بدلا من الرطل كتله الذى ظهر لاستخدام المعامل g_c وبالتعويض عن تلك المعاملات في المعادله البعديه ينتج :-

كيلوجرام/متر .ثانيه^{2} = رطل قوه/بوصه^{2} × ٣٢ر١٧٤ × ١٢ × ٣٩ر٣٧ × ٤٥٣٥٤ر٠

= رطل قوه/ بوصه ^{2} × ٦٨٩٣ر٩٣٧

∴ باسكال = رطل قوه /بوصه^{2} × ٦٨٩٣ر٩٣٧

وهذا يعنى أنه للتحويل من رطل قوه/بوصه^{2} الي باسكال يجب الضرب فى معامل التحويل الذى تم الحصول عليه ٦٨٩٣ر٩٣٧.

لذلك فان قيمة الضغط الجوى ١٤ر٧ رطل قوه/بوصه^{2} اذا ضربت فى هذا المعامل نحصل على قيمة الضغط الجوى بالوحدات الدوليه (باسكال) كما يلى :

الضغط الجوى = ١٤ر٧ رطل قوه/بوصه^{2} × ٦٨٩٣ر٩٣٧

= ١٠١٣٤٠ باسكال

= ١٠١ كيلو باسكال

التجانس البعدى للمعادلات Dimensional Consistency of Equations :-

نلاحظ ان المعادلات الصحيحه يجب ان تكون متجانسه بعديا وبمعنى أخر فيجب ان تكون الابعاد متماثله في كل من الطرفين وعند استخدام معادله لأول مره ويكون المطلوب معرفة وحدات احد المتغيرات بها فيمكن كتابة المعادله على هيئة معادله بعديه ونتيجة لتجانس الطرفين يمكن معرفة الوحدات المناسبه لهذا المتغير والأمثله التاليه توضح ذلك :-

المطلوب معرفة وحدات معامل الانتقال الحرارى بالحمل فى النظام الدولى فى المعادله التاليه

$$Q = h A \Delta T$$

نلاحظ ان (Q) هى معدل الانتقال الحرارى وبالتالى فلها وحدات طاقه/زمن أى ان وحداتها في النظام الدولى هى جول/ثانيه (J/s) والمعروفه بالاسم وات (W) أما (A) فهى المساحه وبالتالى فوحداتها فى النظام الدولى متر^{2} (m^2) أما (ΔT) فهى الفرق فى درجات حرارة ووحداتها فى النظام الدولى درجة كلفن (K) وبالتعويض بالوحدات فى المعادله السابقه نحصل على المعادلات البعديه التاليه :-

$$Q\ (W) = h\ (\quad)\ A\ (m^2)\ \Delta T\ (K)$$

وبضم القيم العدديه المختلفه بالمتغيرات المختلفه فى المعادله فى جانب واحد نحصل على :-

$$W = (\quad)\ (m^2)\ (K) \times hA\ \Delta T/Q$$

والقوس الذى لايحتوى على شىء يجب ان يحتوى على وحدات الـ (h) وحتى تصبح المعادله متجانسه بعديا فيجب ان يكون محصلة الوحدات على الجانب الايمن هى (W) كما فى الجانب الأيسر ولذلك فان وحدات الـ (h) يجب ان تكون W/m^2K أي وات/متر٢ درجة كلفن .

فى المعادله التاليه :-

$$V = \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{m\rho_1\rho_2} + \frac{M_2}{\rho_2}$$

المطلوب معرفة الوحدات التى يمكن استخدامها للتعبير عن الكثافه (ρ) عندما يتم التعبير عن :- (V) بوحدات مل/مول (الحجم المولى)

(m) بوحدات مول/جرام (عدد الجزيئات فى وحدة الكتله)

(M) بوحدات جرام/مول (الوزن الجزيئى للماده)

نلاحظ ان التجانس البعدى للمعادله يحتم ان يكون محصلة الوحدات فى الطرف الايمن هو وحدات الطرف الايسر أى (مل/مول) ونلاحظ ان الطرف الايمن يتضمن جزءين مجموعين فيجب ان يكون كل جزء منهما له وحدات (مل/مول) أى ان وحدات V هى وحدات $\frac{M_2}{\rho_2}$ وبالتالى يمكن كتابتهما فى معادله بعديه كما يلى :-

$$V\ (ml/mol\quad) = M2\ (\quad g/mol\ )\qquad 1/\rho2\ (\quad)$$

وبضم القيم العدديه المختلفه بالمتغيرات المختلفه فى المعادله فى جانب واحد نحصل على :-

$$ml/mol = \quad g/mol \quad x\ 1(\ )\ x\ \quad M2 / V\ \rho2$$

والقوس الذى لايحتوى على شىء يجب ان يحتوى على وحدات الكثافه (ρ2) وللحصول على التجانس البعدي يجب ان يعبر عنها بوحدات تؤدى إلى اختفاء الجرام (g) وظهور المللیتر (ml) فى الجانب الأيمن وبالتالى فان وحدات الكثافه الواجب استخدامها هى وحدات جم/مل (g/ml) .

اسئله وتمارين

١- حدد أى الاصطلاحات التاليه يعتبر (بعد) وأيهما يعتبر (وحده) ؟
أ- الطول ب- كيلو جرام ج- ساعه

٢- وحدة اللزوجه المعروفه باسم بواز poise هي عباره عن داين ث/سم^{٢}
هل هذه الوحده تعتبر اساسيه ام وحده مشتقه ؟

٣- فى أى الوحدات يمكن التعبير عن الكميات الطبيعيه الآتيه باستخدام النظام الدولى SI ؟
أ- الوزن (لاحظ ان الوزن وحداته وحدات القوه)
ب- الضغط ج- درجة الحراره د- الارتفاع
هـ- الكتله و- الحجم ر- كمية الحراره
ح- القدره الكهربيه ط- القدره الميكانيكيه

٤- عبر عن الكميات الآتيه باستخدام قواعد النظام الدولى :-
أ- ... ... ١٠ ملليمتر ب- ٠٠١ر نيوتن/م^{٢}

٥- اوجد معاملات التحويل المناسبه فى كل من المعادلات الآتيه :-
أ- رطل/قدم^{٣} = (رطل/جالون) × معامل التحويل المناسب .
ب- رطل/بوصه^{٢} = (رطل/قدم^{٢}) × معامل التحويل المناسب .
ج- وات = (كالورى/ث) × معامل التحويل المناسب .

٦- من المعلوم ان المعادله التاليه تستخدم لحساب كمية الحراره اللازمه لتغير درجة حرارة مادة من درجة حرارة T_1 الى درجة حرارة T_2 .

$$Q = m\, c_p\, (T_2 - T_1)$$

احسب كمية الحراره اللازمه لرفع درجة حرارة قطعة من اللحم كتلتها ١٠ رطل من درجة حرارة ٤٠°ف الى درجة حرارة ١٣٠°ف مع العلم ان الحراره النوعيه للحم (c_p) قيمها ٨ر٠ و.حـ.ب/رطل°ف معبرا عن كمية الحراره اللازمه بوحدات وات.ساعه .

٧- احسب القدره المطلوبه لسخان كهربى يستخدم لتسخين ١٠ جالون ماء من درجة حرارة ٧٠°ف الى درجة حرارة ٢١٢°ف فى مدة ١٠ دقائق وعبر عن القدره بوحدات جول/دقيقه وبوحدات (وات) مستخدما معاملات التحويل التاليه :-

الحراره النوعيه للماء = ١ و.حـ.ب/رطل°ف

٦٠ دقيقه/ساعه ، ٣٫٤١٤ و.حـ.ب/وات . ساعه ،

٨٫٣٣ رطل ماء/جالون ، ١٫٠٤٥ × ١٠^٣ جول/و.حـ.ب

٨- اذا علمت ان (طن تبريد) هو معدل سحب الحراره لتجميد ١طن (٢٠٠٠ رطل) من الماء عند درجة حرارة ٣٢°ف فى خلال مدة ٢٤ ساعه . ما هى قيمة (طن تبريد) معبرا عنها بوحدات (وات) ، وحدات (و.حـ.ب/ساعه)،الحراره الكامنه لانصهار الماء هى ٨٠ كالورى/جم.

٩- أ- فى المعادله :- $\tau = \mu$ (٧)

اوجد وحدات الـ (τ) عند التعبير عن (μ) بوحدات (داين.ث/سم^{٢}) وعن (٧) بوحدات (ث$^{-١}$)

ب- عند التعبير عن (μ) بوحدات (رطل كتله/قدم ثانيه) ، عن (τ) بوحدات (رطل قوه/قدم^{٢}) ، عن (٧) بوحدات ث$^{-١}$)

ما هو التعديل المطلوب اجرائه على المعادله المذكوره حتى نحصل على التجانس البعدى ؟

١٠- المطلوب اجراء التحويلات الآتيه باستخدام القيم القياسيه للعلاقات بين وحدات الطول والعلاقه بين وحدات الكتله :-

أ- ٩٢٥ سم/ث الي ميل/ساعه

ب- ٤٨٠ سم/ث^{٢} الي قدم/ساعه^{٢}

ج- ٦٢٫٤ رطل كتله/قدم^{٣} الي جم/سم^{٣}

د- ١٫١٣٠ × ١٠^٦ داين/سم^{٢} الى رطل قوه/بوصه^{٢}

هـ- ٨٧٥٠ قدم.رطل قوه الى جول والى كيلووات ساعه

و- ١٠ كيلوات الى قدم رطل قوه/ثانيه

١ ميل = ١٫٦٠٩ كم ١ قدم = ٣٠٤٨٠ سم = ١٢ بوصه

١ رطل = ٤٥٤ جرام.

١١- باستخدام المعلومات الآتيه المطلوب حساب معامل لتحويل وحدات الضغط من ملليمتر زئبق الى رطل قوه/بوصه^{٢} مع العلم ان الضغط عند قاع عمود السائل يساوى وزن هذا السائل مقسوما على مساحة مقطع العمود . استخدم هذا المعامل لايجاد قيمة الضغط الجوى القياسى بوحدات رطل قوه/بوصه^{٢} :-

كثافة الزئبق = ٦ر١٣ جم/سم^{٣}
١ بوصه = ٥٤ر٢ سم
١ رطل = ٤٥٤ جم

عجلة الجاذبيه الارضيه = ٩٨٠ سم/ث^{٢} = ١٧ر٣٢ قدم/ث^{٢}
الضغط الجوى القياسى = ٧٦٠ ملليمتر زئبق.

١٢- من المعتاد قياس كمية الطاقه الحراريه بوحدات الكالورى أ ، و.حـ.ب. احسب معامل يستخدم لتحويل الـ BTU الى قدم رطلقوه باستخدام المعلومات الآتيه فقط :-

١ كالورى = ١٨٥ر٤ جول ١ رطل = ٤٥٤ جرام
١ و.حـ.ب = ٢٥٢ كالوري ١ قدم = ١٢ بوصه = ٤٨ر٣٠ سم

عجلة الجاذبيه الارضيه (g) = ٩٨٠ سم/ث^{٢} = ١٧ر٣٢ قدم/ث^{٢}

المعامل (g_c) = ٩٨٠ جم.سم/جم قوه ث^{٢}

= ١٧ر٣٢ رطل كتله .قدم/رطلقوه ث^{٢}

١٣- ينساب احد الموائع له كثافه (ρ) خلال ماسورة بسرعة (V) وكان الانخفاض فى الضغط (P)
وضح ان الطاقه الكينتيكيه لكل رطل مائع له نفس البعد لناتج قسمة الانخفاض في الضغط P علي الكثافه ρ مع العلم بأن الطاقه الكينتيكيه تعرف بانها نصف حاصل ضرب الكتله فى مربع السرعه ؟

اذا علمت ان الكثافه مقدارها ٧٠ رطل/قدم^{٣} ، السرعه ٣ متر/ث ، الانخفاض في الضغط مقداره ٢٥ رطلقوه/بوصه^{٢} . احسب النسبه بين الطاقه الكينتيكيه والانخفاض فى الضغط .