الأسئلة

جامعة بنها
كلية الفنون التطبيقية
الفرقة الثانية
قسم التصميم الصناعي

امتحان دور يناير 2016
مادة: طبيعة مواد التصميم للنماذج
الزمن: ساعتان

أجب عن الأسئلة الآتية:

1. اشرح (مع الاستعانة بالرسم) كيفية اعتماد حالة المادة علي درجة الحرارة والضغط مع التركيز علي مرحلة التحول من حالة إلي أخري. (15 درجة)

---

2. إذا أثرت قوة في مادة مرنة بحيث تعمل على استطالتها ورسمنا خطا بيانيا بين الإجهاد والانفعال المقابل فإننا نلاحظ أن المادة تمر بعدة مراحل. اشرح هذه العبارة بالتفصيل مع الرسم وسرد المراحل التي تمر بها المادة. (15 درجة)

---

3. تكلم في سطور عن معامل الصلابة مع رسم الجهاز المستخدم لقياسه وكتابة البيانات عليه. (10 درجة)

---

4. تكلم بالتفصيل مع الرسم إن أمكن عن معاملات المرونة للمواد المختلفة مع التركيز علي معامل الصلابة. (5 درجة)

د. صلاح حمزة

1. اشرح (مع الاستعانة بالرسم) كيفية اعتماد حالة المادة علي درجة الحرارة والضغط مــع التركيز علي مرحلة التحول من حالة إلي أخري.

---------- Solution ----------

The earliest evidence of human use of fire for warmth and light comes from caves occupied by Peking man about half a million years ago. In spite of this use, it has been only in relatively recent times that people have understood that heat is energy and that temperature is a measure of the amount of that energy present in a body. As a form of energy, heat can be converted into work. Although it is customary to speak of sensible heat and latent heat, since the word heat is restricted to energy being transferred. When heat energy is given to a body one or more of the following effects are observed:

i. Change in color.

ii. Increase in size (expansion).

iii. Change in electric properties.

iv. Change in chemical composition.

v. Body gets hotter (increase in temperature).

vi. Change in state (solid to liquid or liquid to vapour).

All these effects can be observed experimentally and some of them are used to measure the change in temperature.

1. Heating and Cooling Curves

Substances in our environment are usually classified as solids, liquids, or gases. These forms are called ***phase of matter***. When heat energy is given to a substance an increase of temperature is observed and a change of phase may take place. The reverse changes take place on cooling. For example, when water is heated sufficiently, it changes to steam; or when enough heat is removed, water changes to ice. Such changes can be studied by the what are called heating or cooling curves.

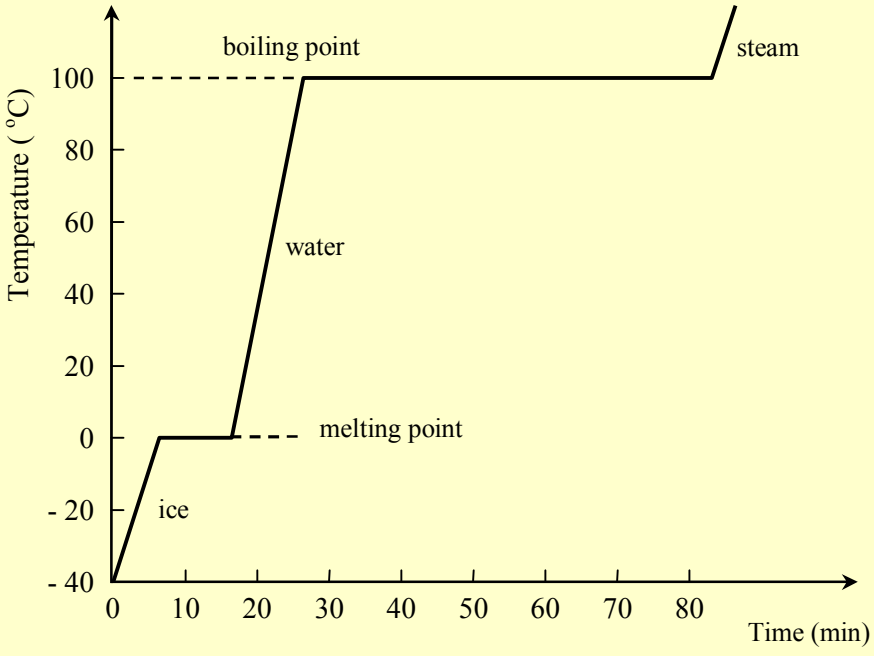


Fig. (1): A plot of temperature versus time when 1 gm of ice initially at – 40 °C is converted to steam

If the temperature of 1 gm of ice is recorded at regular intervals as it heats, and the readings are plotted on a temperature-time graph, a heating curve is obtained as in Fig. (1). At some particular temperature (0^{o} C and 100^{o} C) the graph becomes horizontal. Although heat energy is continually given, the temperature does not rise for a certain time. At these temperatures ice melts and water boils, respectively.

If, on the other hand, hot vapour cools and temperature-time is plotted a cooling curve will be obtained with horizontal parts at the same temperatures (100^{o} C and 0^{o} C). It is at those temperatures the substance during heating is melted (melting point), boiled (boiling point). On cooling, at these temperatures the substance is condensed at the temperature of the boiling point and is solidified or freezed at constant temperature called freezing point which equals to the temperature of the melting point. At these constant temperatures the state is changed and two phases are existed in equilibrium.

2. Phase Diagram

A real substance can exist in three phases or states: solid, liquid, and gas. A ***phase*** is defined as *a portion of system whose properties and composition are homogenous*. Materials are subjected to one or more phase in the course of their manufacture. Phase transformation is an extensive subjects with many important technologies associated with it,

e.g., casting of metals, heat treatment of steel, sintering of ceramics and molding of polymers.

A phase diagram shows the phases that exist in equilibrium for a material. Figure (2) shows the pressure-temperature diagram of water (H_2O). The features of this diagram are:

i. There are three areas represent the solid, liquid and gas state. They are the areas where only one phase exists.

ii. There are three lines represent solid-gas (oa), solid-liquid (ob), and liquid-gas (oc) boundaries.

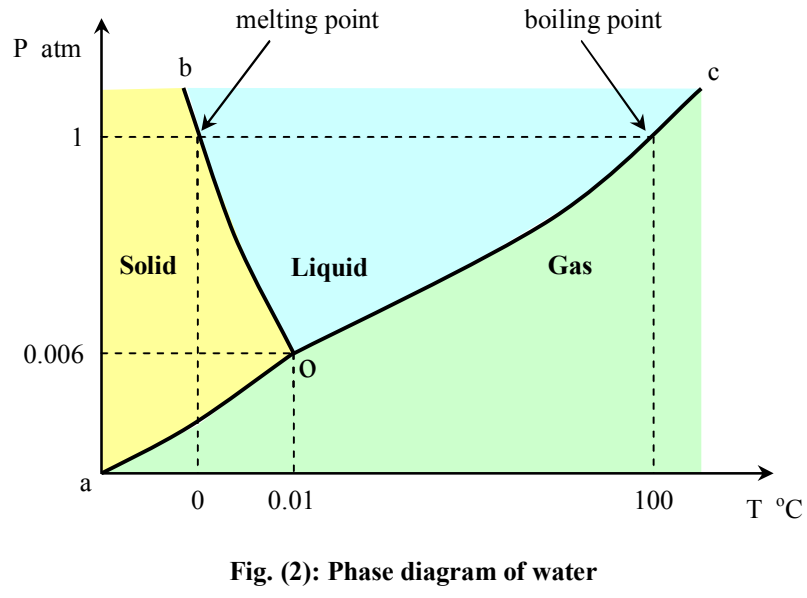


Fig. (2): Phase diagram of water

Thus the (oa) curve is a graph of the "sublimation point" of the substance versus pressure, the (ob) curve is a graph of the "melting point" or freezing point temperature versus pressure and (oc) curve is a graph of the "boiling point" or condensation point temperature versus pressure. The three lines meet at the "triple point" (O), where solid, liquid, and vapour can coexist in equilibrium.

The phase diagram is very common in materials science and helps us to determine the phase of the material for different temperatures and pressures. There are three regions: solid, liquid, and gas, separated by boundaries. How do you read this diagram? As an example, say you were trying to find out whether water is a solid, liquid or gas at a temperature of $50^{o}\,C$ and pressure of $0.5\,atm$. Draw a line up from $50^{o}\,C$ and a line across from $0.5\,atm$; the intersection is in the liquid region of the diagram.

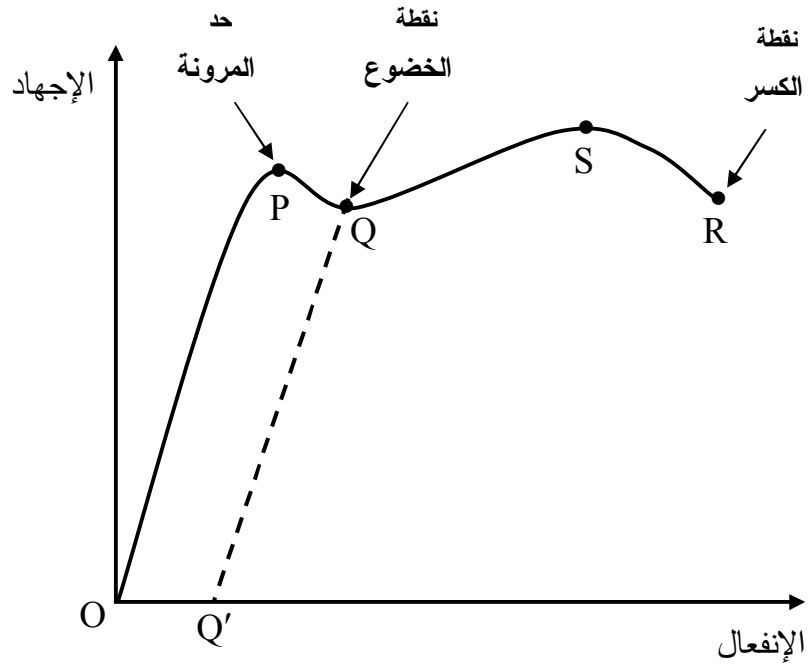
The ***boiling point*** is *the temperature at which the vapor pressure equals the external pressure*. Therefore, the boiling point temperature increases as the pressure increases as shown by (oc) curve in Fig. (3). It can be seen in the figure that the boiling point is $100^{o}\,C$ at pressure of $1atm$. If the external pressure is increased, e.g., to $6atm$, the boiling point will be $160^{o}\,C$, while if it is reduced, e.g., to $0.023atm$, water will boil at room temperature (say $20^{o}\,C$).

On contrast, there is no effect for the pressure on the triple point at which the three phases coexist. There is only one temperature and one pressure at which this equilibrium condition can be confirmed. In case of water, solid, liquid, and gas are remain in equilibrium only when the pressure is $0.006\ atm$ and the temperature is $0.01^{o}\,C$.

2. إذا أثرت قوة في مادة مرنة بحيث تعمل على استطالتها ورسمنا خطا بيانيا بين الإجهاد والانفعال المقابل فإننا نلاحظ أن المادة تمر بعدة مراحل. اشرح هذه العبارة بالتفصيل مع الرسم وسرد المراحل التي تمر بها المادة.

---------- **Solution** ----------

إذا أثرت قوة فى سلك بحيث تعمل على إستطالته ورسمنا خطا بيانيا بين الإجهاد والإنفعال كما فى الشكل فإننا نلاحظ أن السلك يمر بعدة مراحل على النحو التالى:



1. مرحلة المرونة التامة (OP):

OP هو خط مستقيم يدل على أن الإجهاد يتناسب طرديا مع الإنفعال الناتج وإذا أذيل الإجهاد يتلاشى الإنفعال تماما ويعود السلك إلى طوله الأصلى بمعنى أن السلك تام المرونة وتسمى النقطة P **حد المرونة** elastic limit.

2. المدى اللدن (PQ)

إذا تخطت قيمة الإجهاد حد المرونة، عندئذ تفقد المادة خاصية المرونة ويبدأ الخط فى الإنحناء حتى النقطة Q ولا يزول الإنفعال تماما بزوال الإجهاد كما هو الحال فـــى المرحلـــة السابقة ولكن يتبقى جزء من الإنفعال وتتغير أبعاد الجسم ويعرف هذا التغير بالإنفعـــال الـــدائم كما تسمى النقطة Q بنقطة الإذعان أو الخضوع yield point.

3. مرحلة الإستسلام (QR)

بعد النقطة Q يذداد الإنفعال بمعدل أكبر مما سبق حتى تصل إلى النقطـــة S وهـــى تمثل أقصى إجهاد وبعدها يحدث للسلك إختناق necking عند موضع من مواضـــعه ويـــزداد هذا الاختناق حتى تصل إلى النقطة R وعندها ينقطع السلك وتسمى هذه النقطة نقطة الكـــسر breaking point ويسمى الإجهاد فى هذه الحالة إجهاد الكسر.

ونلاحظ أنه فى المرحلة OP إذا رفعنا تأثير الإجهاد عند نقطة مـــا اســـتردت المـــادة حالتها الأولى. أما إذا تعدى الإجهاد حد المرونة فإن جزيئات المادة تبدأ فى الإنزلاق وتظهـــر الشقوق وفى النهاية تنقطع المادة. ومن ثم إذا رفعنا تأثير الإجهاد بعد النقطة P فلا تـــسترد المادة حالتها الأولى بالضبط ولكنها تصل إلى النقطة Q′ وتسمى المـــسافة OQ′ بالانفعـــال الدائم permanent strain.

3. تكلم في سطور عن معامل الصلابة مع رسم الجهاز المستخدم لقياسه وكتابة البيانـــات عليه.

---------- Solution ----------

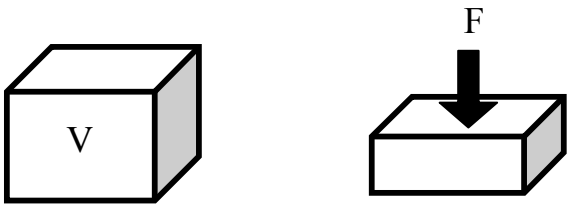
1. معامل المرونة الحجمى Bulk modulus

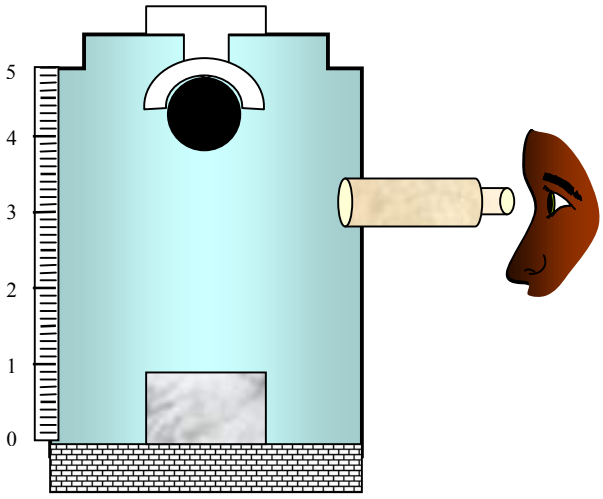
فإنه يحدث نقص فى الحجم بمقدار V على جميع أوجه مكعب حجمة Fإذا أثرنا بقوة

dV وعندئذ يكون معامل المرونة الحجمى Bهو

$$B = -\frac{F/A}{dV/V} = -\frac{P}{dV/V} \quad Nm^{-2}$$

دائما موجب.Bالإشارة السالبة توضح أن الزيادة فى الضغط تسبب نقصا فى الحجم وتجعل





4. تكلم بالتفصيل مع الرسم إن أمكن عن معاملات المرونة للمواد المختلفة مع التركيز علي معامل الصلابة

---------- Solution ----------

ينص قانون هوك للمرونة على أن **الإنفعال يتناسب طرديا مع الاجهاد المسبب له بحيث لايتعدى حد المرونة.** ويتضح لنا من هذا القانون أنه للتعرف على مرونة المادة موضع الدراسة يمكن الاستعانة بالجزء الواقع قبل حد المرونة (OP) حيث تكون العلاقة بين الاجهاد والانفعال خطية. وبذلك يمكن التعبير عن قانون هوك رياضيا بالمعادلة

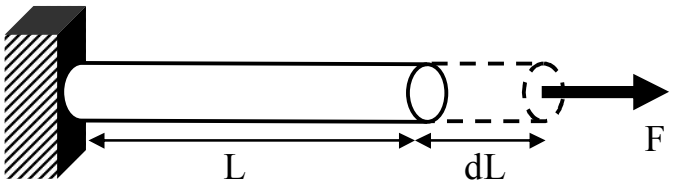
$$\frac{\text{stress}}{\text{strain}} = \text{const.}$$

وتمثل هذه العلاقة ميل الجزء المستقيم فى الشكل السابق. ويعرف الميل عندئذ بمعامل المرونة لمادة الجسم. ولما كان هناك ثلاثة صور للإنفعال لذا فإنه يلزم modulus of elasticity التعرف على ثلاثة معاملات للمرونة وهى:

2. معامل المرونة الطولى (معامل ينج Young's modulus)

إذا أثرت قوة F مثبت A ومساحة مقطعة L فى إتجاه عمودى على مقطع سلك طوله من طرفه الآخر وكانت الاستطالة الحادثة dL فإن معامل ينج Y يعطى من

$$Y = \frac{F/A}{dL/L} \quad Nm^{-2}$$



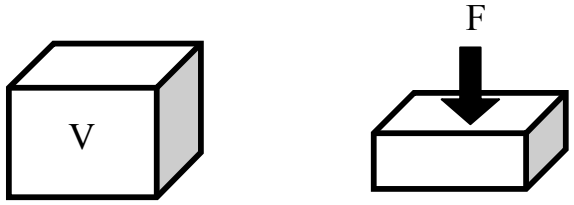
3. معامل المرونة الحجمى Bulk modulus

فإنه يحدث نقص فى الحجم بمقدار V على جميع أوجه مكعب حجمة Fإذا أثرنا بقوة

هو B وعندئذ يكون معامل المرونة الحجمى dV

$$B = -\frac{F/A}{dV/V} = -\frac{P}{dV/V} \quad Nm^{-2}$$

دائما موجب.Bالإشارة السالبة توضح أن الزيادة فى الضغط تسبب نقصا فى الحجم وتجعل



4. معامل المرونة القصى Shear modulus

يحدث الانفعال القصى عندما يتأثر الجسم بقوة مماســية لــسطحة ويــستجيب لهــا.

وللإيضاح نفرض متوازى مستطيلات مثبت من سطحه السفلى. فإذا أثرنا على سطحه العلوى

هو η فأحدثت تغير فى شكل الجسم فيكون معامل القص Fبقوة مماسية

$$\eta = \frac{F/A}{\theta} \quad Nm^{-2}$$