# المحاضرة الثالثة : توازن الجسيم

د.نزار عبد الرحمن

**تعريف الجسيم** : عبارة عن جسم أبعاده وكتلته صغيرة جدا بحيث يمكن إهمالها .

الشرط اللازم والكافي **لتوازن الجسيم** هو أن يكون المجموع الشعاعي للقوى المؤثرة على الجسيم مساويا الصفر.

***مراحل حل المسائل المتعلقة بتوازن الجسيم :**

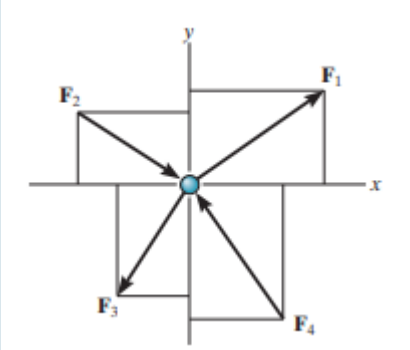
1.تحديد الجسيم

2. رسم مخطط الجسم الحر للجسيم : أي أننا نتخيّل الجسيم حراً في الفراغ محررا من كافة قيوده ونستبدل عن هذه القيود بالقوى المناسبة .

تعريف القيد : هو كل ما يمنع حركة الجسم في الفراغ ( نابض ،حبل ، كبل ، نقاط وسطوح استناد ..... ).

3- كتابة معادلتين للتوازن :

نحل المعادلتين ونحسب المجاهيل ، وإذا نتج بعد الحساب أن إشارة إحدى القوى سالبة فهذا يعني أن الاتجاه الصحيح لهذه القوة هو عكس الاتجاه المفروض .




$$\sum \boldsymbol{F} = 0$$
$$\sum F_x . \boldsymbol{i} + \sum F_Y \ . \boldsymbol{J} = 0$$

من هذه المعادلة الشعاعية ينتج شرطين لتوازن الجسيم : مركبات القوة وفق المحورين $x$ $y$ يجب أن تكون مساوية للصفر:

$$\sum F_x = 0 \ (1)$$
$$\sum F_Y = 0 \ (2)$$

## بعض التطبيقات على توازن الجسيم :

**1- النوابض :** نحسب القوة المؤثرة في النابض عن طريق العلاقة: $F = K.S$

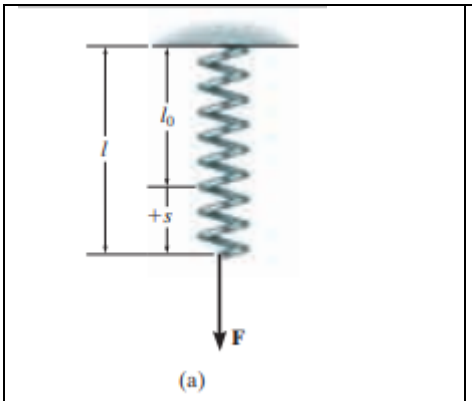
حيث K: ثابت صلابة النابض

مقدار الاستطالة S: $S = l - l_0$

= الطول النهائي للنابض – الطول الأصلي للنابض

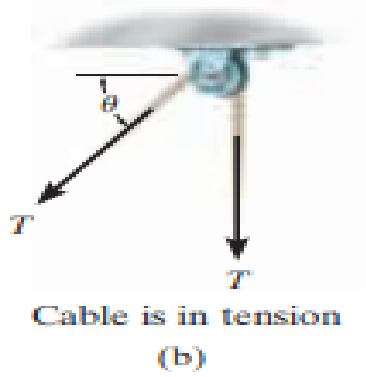
$l$ الطول النهائي

$l_0$ الطول الأصلي



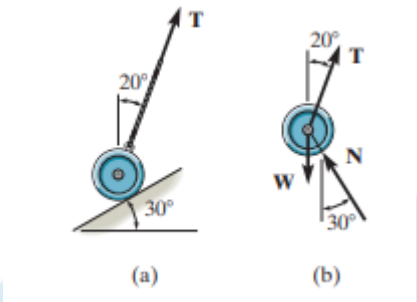

**2- الكابلات والحبال والبكرات:**

تستخدم الكابلات والحبال لنقل تأثير القوى والحمولات على طرفي البكرة ، ونعتبر أن الكبل أو الحبل يكون متوازنا على طرفي البكرة ، وفي أي مقطع من مقاطعه

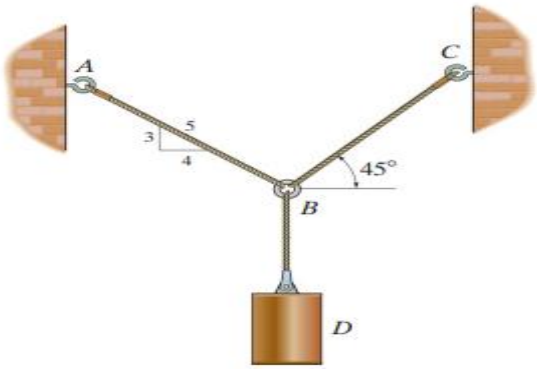



**3- نقاط الاستناد الملساء :**

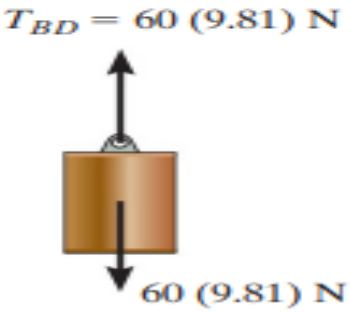
عند الاستناد على سطح أملس ، عندها يكون رد فعل السطح عبارة عن قوة متعامدة مع سطح الاستناد عند نقطة الاستناد.



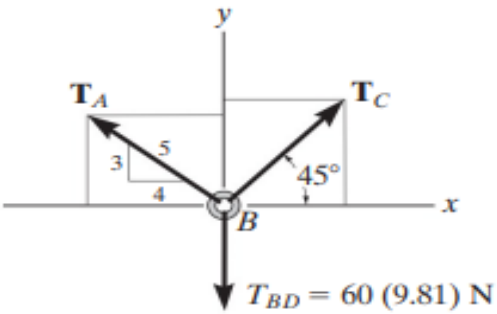
**مسألة1** :أوجد القوة المؤثرة في الكبلين AB,BC من أجل تعليق اسطوانة كتلتها 60Kg كغ.




(a)




(b)




(c)

$$\sum F_x = 0\ , T_{BC}.\cos 45 - T_{AB}\left(\frac{4}{5}\right) = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_Y = 0\ , T_{BC}.\sin 45 + T_{AB}(\tfrac{3}{5}) = 0 \quad (2)$$

من المعادلة (1) نكتب :

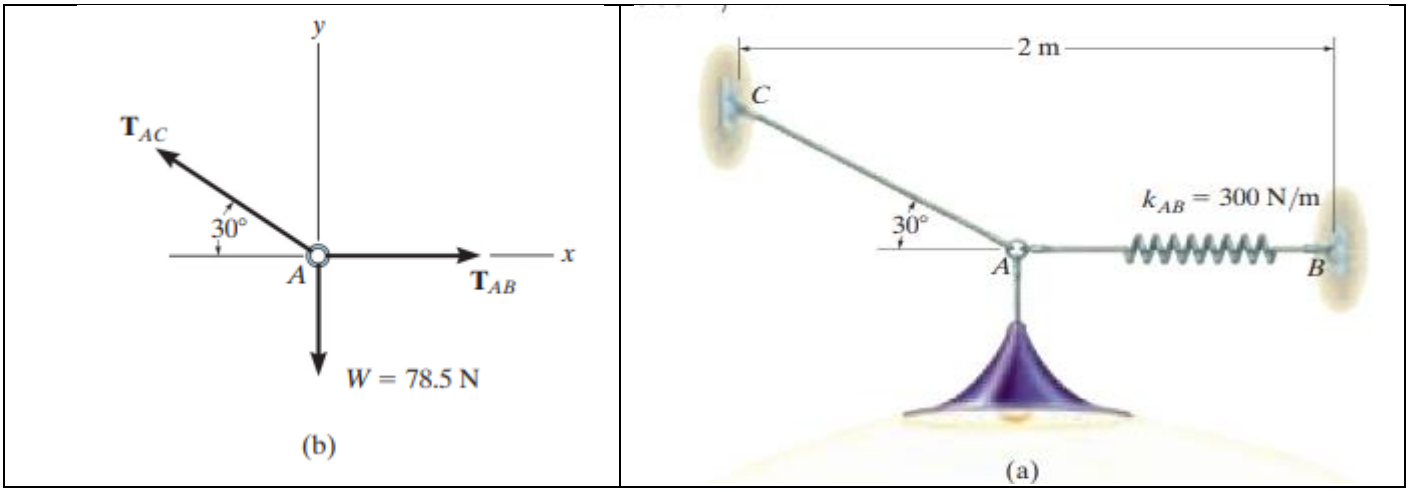
$$T_{AB} = 0.883T_{BC}$$

نعوض في المعادلة (2) :

$$T_{BC}.\sin 45 + (\frac{3}{5})(0.833T_{BC}) - 60(9.81) = 0$$

ينتج $T_{AB} = 420$ N $T_{BC} = 476$N

**مسألة (2) :** أوجد الطول اللازم للحبل $AC$، من أجل تعليق مصباح كتلته $8Kg$ في وضعية التوازن. الطول الأصلي للنابض $L'_{AB}=0.4m$ ، ثابت صلابة النابض $k_{AB}=300N/m$




**الحل :** إذا علمنا قيمة القوة المؤثرة في النابض ، نستطيع حساب استطالة النابض عن طريق المعادلة : $F=K.S$ ، عنها نستطيع حساب طول الحبل من الشكل الهندسي .

**مخطط الجسم الحر:** مخطط الجسم الحر للجسيم $A$ مبيّن في الشكل $(b)$

وزن المصباح : $W=8(9.81)=78.5\ N$

**كتابة معادلات التوازن :**

$$\sum F_x = 0\ ,T_{AB} - T_{AC}.\cos 30 = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_Y = 0\ ,T_{AC}.\sin 30 - 78.5 = 0 \quad (2)$$

بحلّ المعادلتين ينتج :

$$T_{AC} = 157N, T_{AB} = 136N$$

استطالة النابض AB : $T_{AB} = K_{AB}.S_{AB}$

الطول النهائي للنابض : $L_{AB} = L'_{AB} + S_{AB}$

$$L_{AB} = 0.4m + 0.453m = 0.853m$$

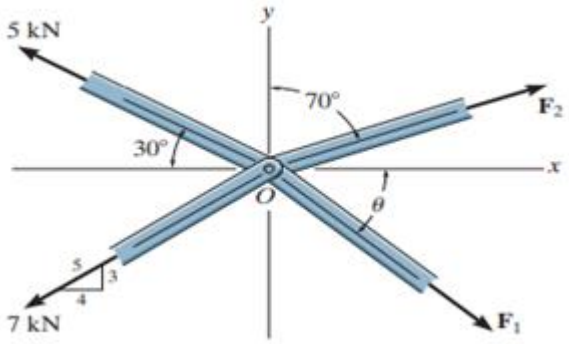
المسافة الكلية من $C$ إلى $B$:

$$2m = l_{AC}.cos30 + \quad 0.853m$$

يكون الطول المطلوب للحبل AC :

$$l_{AC} = 1.32m$$

مسألة 3:عناصر من جائز شبكي , متمفصلة عند النقطة O. أوجد مقدار القوة F1 والزاوية $\theta$ من أجل التوازن . F2=6KN.




$$\sum FX = 0 \Rightarrow F_1 cos\theta + F_2 \sin 70 - 5\, cos30 - 7(\frac{4}{5}) = 0 \ (1)$$

$$\sum Fy = 0 \Rightarrow -F_1 sin\theta + F_2 \cos 70 + 5\, sin30 - 7(\frac{3}{5}) = 0 (2)$$

عن طريق قسمة المعادلة (2) على المعادلة ( 1) نحصل على القيم :

$$\theta = 4.69\ .F1 = 4.31KN$$