Subject : .....

/ /

/ /2016

المحاضرة الأولى

أهم ما سنأخذه خلال هذا الفصل وأهم المناوبين في مقررنا :

أولاً :

حركة المجموعات المادية المتماسكة أو الجسم الصلب

1- الحركة البسيطة للجسم الصلب
2- الحركة الانسحابية للجسم الصلب
3- الحركة الدورانية حول محور ثابت للجسم الصلب
4- الحركة اللولبية
5- الحركة الدورانية حول نقطة ثابتة.
6- الحركة العامة للجسم الصلب
7- الحركة المستوية
8- الحركة المحصّلة للنقطة المادية

ثانياً : قسم التّوازن.

1- المبادئ الأساسية في التوازن.
2- الشروط العامة للتوازن.
3- التوازن التحليلي (مبدأ العمل الافتراضي)
4- توازن الحبال.

المواضيع التي سنتناولها في هذه المحاضرة :

1- بعض المفاهيم الأساسية.
2- عدد درجات الحرية لجسم صلب
3- دراسة حركة مجموعة مادية.
4- تعيين موضع الجسم الصلب تحليلياً.

Scanned by CamScanner

<< تعاريف >>

علم الحركة: هو العلم الذي يهتم بدراسة الخواص الهندسية لحركة نقطة مادية أو مجموعة نقاط مادية بغض النظر عن مسببات الحركة.

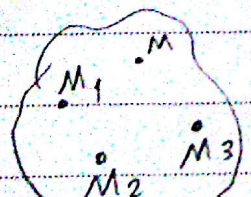
الجسم الصلب: هو عبارة عن مجموعة نقاط مادية تحافظ على الأبعاد المتبادلة فيما بينها مع تغير الزمن.

تنويه:
في الطبيعة أي جسم صلب مئة بالمئة لأنه بمجرد خضوعه لأي قوة فإن نقاطه سوف تتباعد أو تتقارب ولكن يمكن التعامل مع كثير من الأجسام كأجسام صلبة، بحيث تهمل التغيرات الصغيرة جداً التي تطرأ على الأبعاد المتبادلة بين نقاط المجموعة.

* تعيين موضع الجسم الصلب (يرمز له عادة بـ S)

لتعيين موضع جسم صلب يجب أن نعين موضع كل نقطة من نقاطه ولكن إذا كان عدد هذه النقاط غير منتهي فإنه يتعذر علينا إيجاد موضع كل نقطة منه، لذلك نلجأ إلى التوصيف الرياضي للجسم الصلب.

فمثلاً لتعيين نقطة $M(x,y,z)$ في الجسم الصلب إحداثياتها (x,y,z) يلزمنا ثلاث علاقات لتعيين إحداثيات النقطة M، لذلك يجب معرفة موضع ثلاث نقاط من الجسم الصلب M_1, M_2, M_3 غير واقعة على استقامة واحدة ويكون البعد بين:



$$|\overrightarrow{MM_1}| = C_1 \quad , |\overrightarrow{MM_3}| = C_3 \qquad |\overrightarrow{MM_2}| = C_2$$

حيث C هو عبارة عن ثابت

وهم ثلاث معادلات بثلاث مجاهيل نوجد من خلالهم إحداثيات النقطة $M(x,y,z)$

Scanned by CamScanner

* عدد درجات حرية نقطة مادية (درجة حرية نقطة مادية):

إن درجة حرية نقطة مادية هي عدد الوطاء المستقلة التي تعيّن هذه النقطة بشكل كافٍ.

Ω هي عدد الاتجاهات الممكنة التي يمكن للنقطة أن تتحرك بها.

إذاً يمكن أن نقول:

عدد درجات حرية النقطة = عدد الوطاء للنقطة - عدد علاقات الارتباط

* درجة حرية الجسم الطليق:

إن درجة حرية الجسم الطليق يتعين بمعرفة ثلاثة نقاط غير واقعة على استقامة واحدة حيث أنه لكل نقطة ثلاث مركّبات.

إذاً أصبح لدينا عدد الوطاء تساوي إلى (9)

$M_1(x_1, y_1, z_1)$ و $M_2(x_2, y_2, z_2)$ و $M_3(x_3, y_3, z_3)$

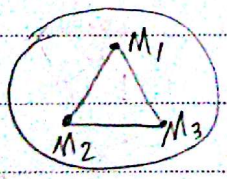
معلومة: عند ربط درجة الحرية مع الزمن فإننا نحصل على معادلات الحركة

حيث أن هذه الوطاء غير مستقلة ولكن هذه الوطاء مرتبطة بثلاث علاقات وهي البعديين:

$|\overrightarrow{M_1M_2}| = C_1$ ، $|\overrightarrow{M_1M_3}| = C_2$ ، $|\overrightarrow{M_2M_3}| = C_3$

إذاً عدد درجات الحرية هي = عدد الوطاء - عدد علاقات الارتباط

$6 = 9 - 3$



* عدد درجات الحرية لجسم صلب:

هي عدد الوطاء المستقلة التي تعين موضع المجموعة المادية وتكتب بالحالة العامة:

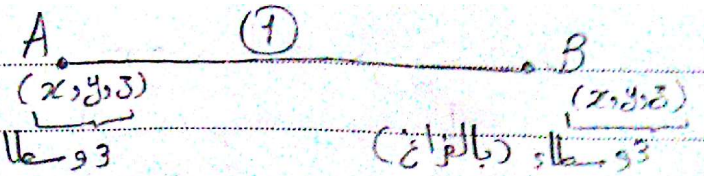
عدد درجات حرية نقطة = عدد الوطاء كلها - عدد علاقات الارتباط

* درجة حرية جسم صلب قيّدت فيه نقطتين M_1 و M_2:

مثلاً: M_1، M_2 مقيّدتين فيكفي لتعيين نقطة ثالثة التي هي M_3 لها ثلاث مركبات أي لدينا 3 وطاء غير مستقلة

Scanned by CamScanner

* درجة حرية قضيب بالفراغ:



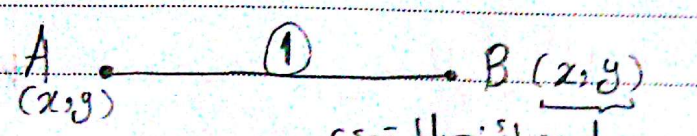
البعد بين AB هو 1

وبالتالي عدد درجات الحرية هي:

$6 - 1 = 5$

عدد الوسطاء المتفلة ← عدد علاقات الارتباط (العلاقة بين A و B < البعد)

* درجة حرية قضيب بالمستوى:

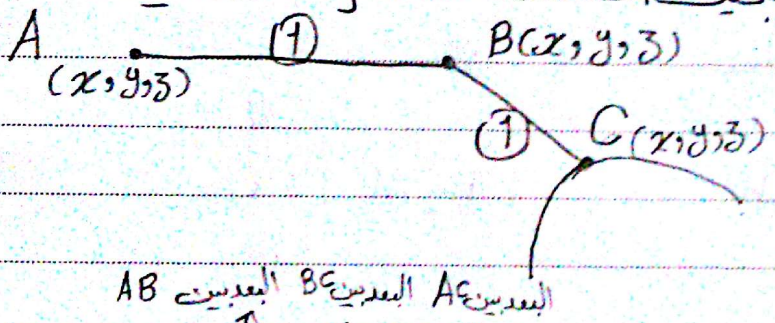


البعد بين AB هو 1

وبالتالي عدد درجات الحرية هي:

$4 - 1 = 3$

* درجة حرية قضيبين متصلين بحيث أن النقطة C تترك على منحني:



C تترك على منحني

عدد الوسطاء 9

البعد بين $AB = 1$

البعد بين $BC = 1$

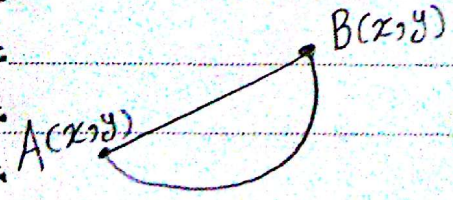
البعد بين $AC = 2$

وبالتالي عدد درجات الحرية هي:

البعد بين AB ← البعد بين BC ← البعد بين AC

$9 - (1 + 1 + 2) = 5$

* درجة حرية قضيب يستند على منحني بالمستوى:



نلاحظ أنه لدينا 4 وسطاء

$4 - (1 + 1 + 1) = 1$

البعد بين AB ← B على منحني ← A على منحني

Scanned by CamScanner

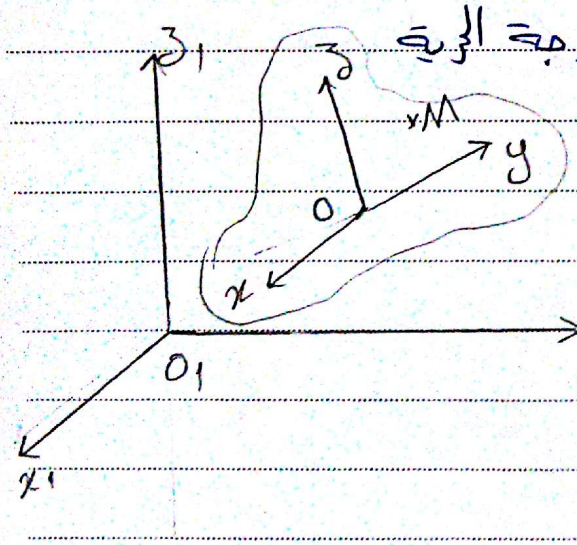
الإحداثيات المعمّمة للجسم الصلب :

نسمي الوسطاء المستقلة التي تعيّن بشكل وحيد وكامل موضع المجموعة المادية بالإحداثيات المعمّمة لهذه المجموعة، فعدد الوسطاء المعمّمة يساوي إلى درجة الحرية، و الجسم الصلب المقيد عدد درجات إحداثياته المعمّمة أقل من 6

دراسة حركة مجموعة مادية : تذكرة : نرمز للإحداثيات المعمّمة بـ q_i

إن معادلات حركة مجموعة مادية هي العلاقات الزمنية التي تربط الإحداثيات المعمّمة بالزمن :

$q_i = q_i(t)$ حيث : $i = 1, 2, \dots, n$



الجسم طليق $n = 6$ ← n هي درجة الحرية

الجسم مقيّد $n < 6$

تعيين موضع الجسم الصلب تحليلياً :

هنا نختار دوماً محاور

نختار جملتي إحداثيتين أحدهما ثابتة متعامدة (S) مباشرة وهي $O_1x_1y_1z_1$ والثانية متعامدة على الجسم الصلب وهي $Oxyz$ ونرمز لها بالرمز S

" وتقال عنها متعامدة أو متحركة لأنها تتحرك بالنسبة للجملة الثابتة "

ولنبين أن هذا الموضع S ندرسه مع الجملة الثابتة له.

$$\forall M \in S : \overrightarrow{O_1M} = \overrightarrow{O_1O} + \overrightarrow{OM}$$

$\vec{i}$ $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$

$\vec{j}$ $(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$

$\vec{k}$ $(\alpha_3, \beta_3, \gamma_3)$

حيث $M(x, y, z)$ ثوابت

$O(x_0(t), y_0(t), z_0(t))$ بالنسبة للجملة الثابتة

$$\overrightarrow{O_1M} = \overrightarrow{O_1O} + \overrightarrow{OM} = (x_0, y_0, z_0) + x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$$\overrightarrow{O_1M} = (x_0, y_0, z_0) + x(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1) + y(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2) + z(\alpha_3, \beta_3, \gamma_3)$$

Scanned by CamScanner

$$x_1 = x_0 + x\alpha_1 + y\alpha_2 + z\alpha_3$$
$$y_1 = y_0 + x\beta_1 + y\beta_2 + z\beta_3$$
$$z_1 = z_0 + x\gamma_1 + y\gamma_2 + z\gamma_3$$

12 وسيط للحركة غير مستقلة

ولكن يوجد 6 علاقات للارتباط

$$\vec{i}\,\vec{j} = 0 \quad , \quad \vec{i}\cdot\vec{k} = 0 \quad , \quad \vec{j}\,\vec{k} = 0$$

$$|\vec{i}^{\,2}| = 1 \quad , \quad |\vec{j}^{\,2}| = 1 \quad , \quad |\vec{k}^{\,2}| = 2$$

إذاً عدد الوسطاء المستقلة التي تعين موضع الجسم الصلب الطليق يساوي إلى $12 - 6 = 6$

انتهت المحاضرة

بيان البشاشي

Scanned by CamScanner