

# المحاضرة السابعة

## ميكانيك النقطة المادية والجسم الصلب



## علم السكون

### مفهوم علم السكون

إن علم السكون يعالج القوى المؤثرة من جسم على آخر، طالما الأجسام في حالة السكون، ويشتق العلاقات الهندسية والقوانين والأساليب التي بواسطتها يمكن حساب القوى المعرض لها الجسم، والتي تعد مجاهيل. كما يسمح لنا علم السكون بتعويض مجموعة من القوى المؤثرة على جسم ما بمجموعة أخرى أو بقوة واحدة دون ان يغير ذلك في وضع الجسم، وبالتالي حساب القوى المعاكسة التي نطلق عليها ردود الأفعال حيث يمكن للمهندس تحديد أبعاد الجزء المعرض للقوى وبالتالي تحديد نوع المادة التي يجب أن يصنع منها.

## الجسم الصلب

هو الجسم الذي لا يتغير تحت تأثير القوى. وهذا الجسم لا يوجد في الحقيقة فكل الأجسام يتغير شكلها تحت تأثير القوى، إلا أن هذا التغير بسيط يمكن إهماله عند معالجته مسائل التوازن. وإذا أريد معرفة مقدار التشوه الحاصل في الأجسام من جراء تأثير القوى فيجب الدخول في معادلات معقدة لسنا بصددنا الآن.

## الجسم المتوازن

يعرف الجسم المتوازن بأنه الجسم الذي يحافظ على حالته من حركة أو سكون، فإذا كان متحركاً فإن سرعته تبقى ثابتة. أي أن حالة الجسم الحركية يجب ألا تتغير، بمعنى آخر إن القوى المؤثرة في الجسم تقني بعضها بعضاً. فإذا كانت السرعة  $v=0$ ، يكون الجسم مستقراً ساكناً.

الوضع الهندسي

ان الوضع الهندسي لجسم ما يوصف من خلال الحركة أو الشكل أو الاجهادات المعرض لها هذا الجسم. إن القوى تختلف في خواصها. فمنها ما يؤثر بشكل مباشر، عندئذ تسمى هذه القوى قوى فعالة، وهناك قوى تنتج بشكل غير مباشر فتسمى رد الفعل. إن القوى المؤثرة والتي تحاول تغير حالة الجسم أو تغيير وضعه الاجهادي تسمى قوى فعالة أما القوى التي تمنع الجسم من الحركة فتسمى القوى المقاومة أو قوى الارتكاز. إن قوى الفعل ورد الفعل تعد قوى خارجية، أما القوى الناشئة في داخل الجسم التي تحاول تغيير شكل الجسم (التشوه) فهي قوى داخلية وفي علم ميكانيك السكون سوف لا نتطرق إليها.

القوة

تعرف القوة بأنها التأثير المتبادل بين الأجسام والناجمة عن تغير حالة الجسم من حركة أو سكون. تقاس القوة بالنيوتن (Newton)، ويرمز له بالرمز (N) أو بالكيلو غرام ثقلي ورمزه (kgf) في النظام المتري العالمي. اما في النظام الانكليزي فهناك واحداث للقوة مثل الليبرة.

## تحرير الجسم من القيود (مخطط الجسم الحر)

إن حلول المسائل الستاتيكية بوساطة الطرق المتبعة لا يمكن استخدامها إلا على الأجسام الصلبة، وهذا يعني أنه لا يمكن معالجة النظام إلا بشكل فردي أي يجب فك النظام إلى عناصره الاقراصية، وهذا ما نطلق عليه تعريف تحرير الجسم من القيود، أو رسم مخطط الجسم الحر.

### مخطط الجسم الحر

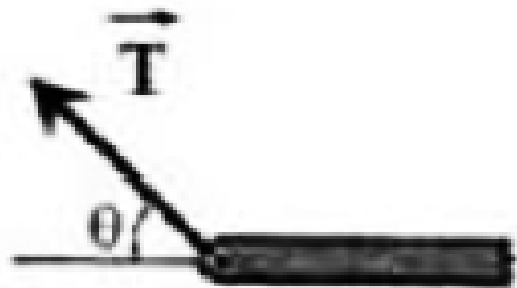
لدراسة جسم ما تحت تأثير الحمولة أو تحت تأثير مجموعة من القوى في حالة السكون، أي وهي مقيدة في نقاط معينة، يتطلب الأمر دراسة تحرير الجسم من القيود، أي نستعيز عن القيد بقوة يتحدد اتجاهها بنوع القيد. ونوضح فيما يأتي أنواع القيود واتجاهات القوى المؤثرة التي نستعيز بها عن القيد.

## الحبال (Ropes) والأسلاك (Wires) والسلاسل (Chains) والقضبان

الخفيفة المهمة الوزن:

عندما يقيد جسم بحبل أو سلك أو سلسلة فإن رد الفعل هو قوة على امتداد القيد كما

هو مین بالشكل



رد الفعل على امتداد القيد



سلك أو كبل أو حبل أو قضيب مهمل الوزن  
**Wire or cable or rope or light bar**

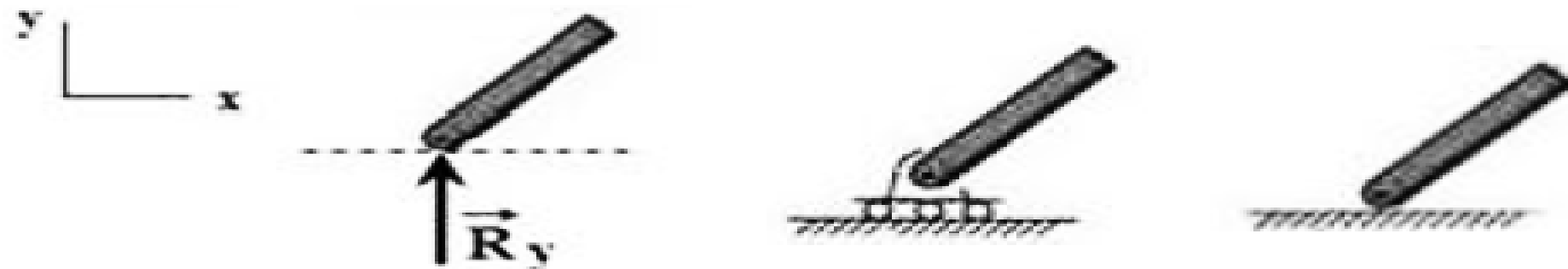
رد الفعل

القيد الأساسي

الحبال والأسلاك والسلاسل وردود أفعالها

## السطح الأملس (Smooth surface) والمسند المتحرك (Roller support)

عندما يستند جسم إلى سطح أملس فإن رد الفعل يكون عمودياً على سطح الاستناد في نقطة التماس. وعندما يقيد جسم بمسند متحرك أيضاً فإن رد الفعل هو قوة عمودية على سطح الاستناد كما هو مبين بالشكل



رد الفعل العمودي على سطح الاستناد  
رد الفعل

المسند المتحرك

السطح الأملس

القيود الأساسي

السطح الأملس والمسند المتحرك وردود أفعالها

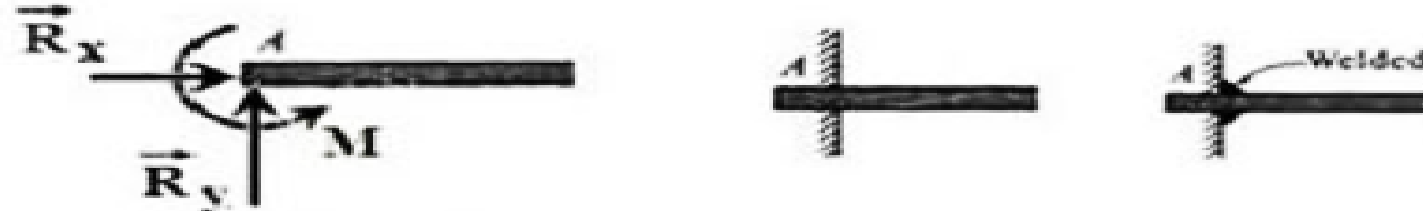
## المسند المفصلي الثابت (Pin support)

عندما يقيد جسم بمسند مفصلي ثابت فإن رد الفعل يكون مجهول الاتجاه لذا يحلل إلى مركبتين باتجاه المحاور الإحداثية كما هو مبين بالشكل



### المسند الصلب الثابت أو الوثاقة (Fixed support)

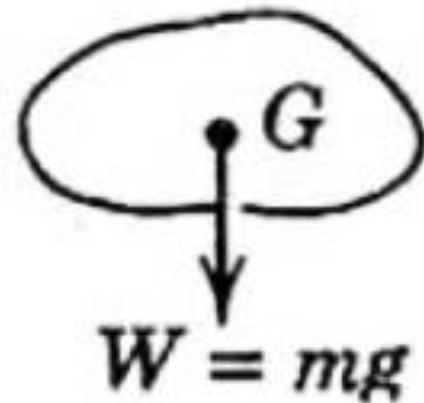
عندما يثبت طرف جسم بشكل صلب، بواسطة اللحام مثلا فإن رد الفعل يكافئ قوة  $R$  ومزدوجة ذات عزم  $M$  كما أن القوة المذكورة مجهولة الاتجاه لذا يمكن تحليلها إلى مركبتين متعامدتين باتجاه المحاور الإحداثية كما هو مبين بالشكل





## الجاذبية الأرضية (Gravitation Attraction)

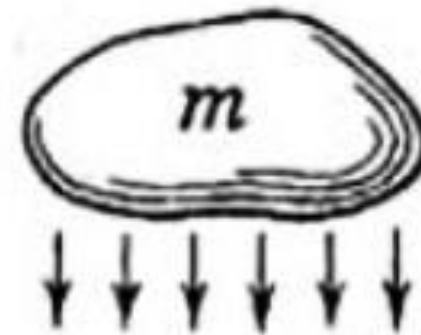
إن محصلة قوى الجاذبية الأرضية المؤثرة في جسم صلب هي قوة وحيدة تسمى وزن الجسم  $W$ ، وتتجه شاقولياً للأسفل وتتمر من مركز ثقل الجسم كما هو مبين بالشكل



محصلة قوى الجاذبية هي الوزن

رد الفعل

الجاذبية الأرضية وردود أفعالها



الجاذبية الأرضية

Gravitation Attraction

القيد الأساسي

## النوابض (Springs)

عندما يقيد جسم بنابض فإن رد الفعل هو قوة على امتداد محور النابض وتحسب قوة النابض عادة بالعلاقة الموضحة على الشكل (12.3). حيث  $k$  يمثل ثابت صلابة النابض (Spring constant) ويقدر ب  $N/m$  أما  $s$  فتمثل التغير الذي يطرأ على طول النابض بفعل القوة المؤثرة فيه (Deformation of the spring).



رد الفعل على امتداد محور النابض

رد الفعل

النابض Spring ورد الفعل

القيد الأساسي

### الحواف الحادة (Knife Edges)

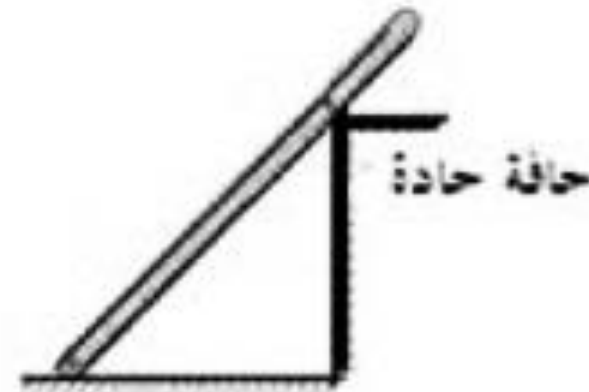
عندما يستند جسم الى حافة حادة فإن رد الفعل هو قوة عمودية على سطح الجسم

كما هم مبين بالشكل



رد الفعل عمودي على سطح الجسم

رد الفعل



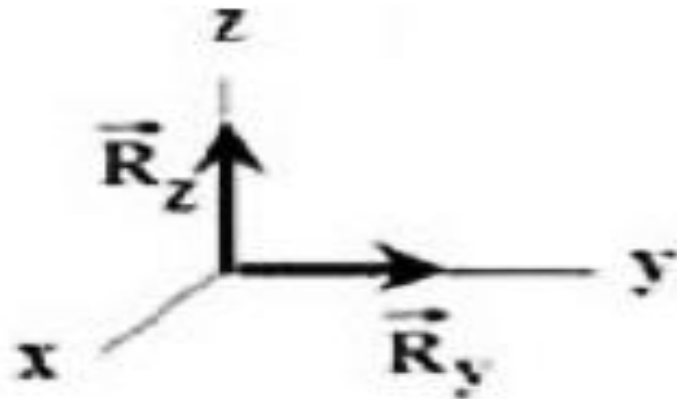
الحافة الحادة  
Knife edge

القيد الأساسي

الحواف الحادة وردود الفعل

## المسند الاسطواناني (Bearing)

عندما يقيد جسم ثلاثي الأبعاد بمسند اسطواناني كما هو مبين بالشكل رد الفعل يكون مجهول الاتجاه لذا يحلل الى مركبتين باتجاه المحاور الإحداثية.

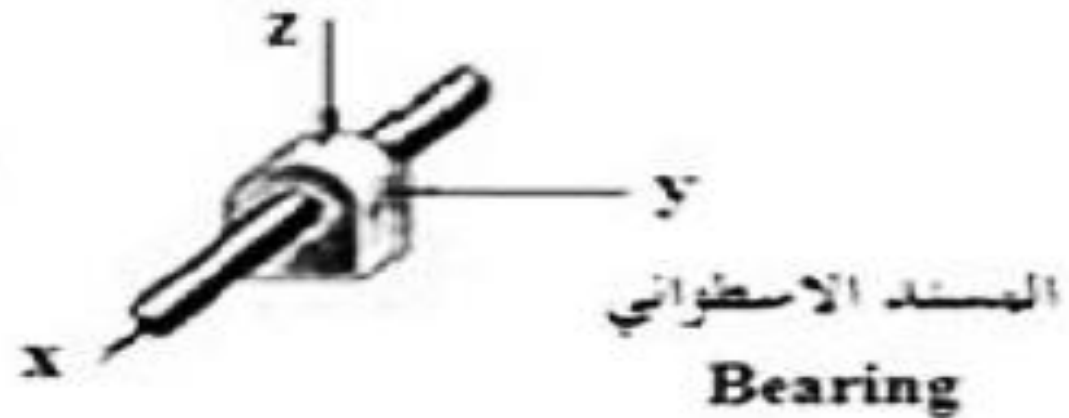


مركبتان لقوة رد الفعل فقط

رد الفعل

المسند الاسطواناني وردود الفعل

ميكانيك النقطة المادية

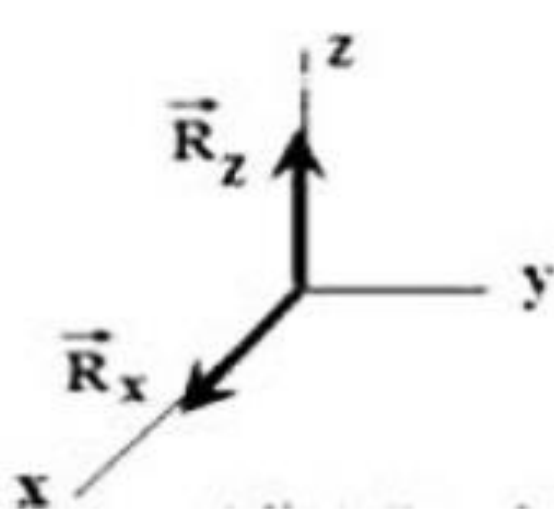


القيود الأساسي

د. تمام سلوم

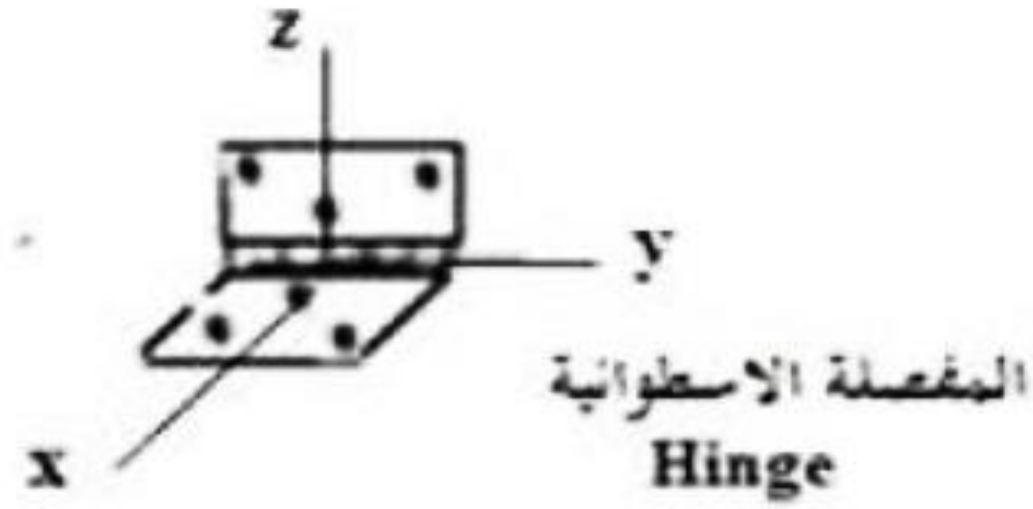
## المفصلة الاسطوانية (Hinge)

عندما يقيد جسم ثلاثي الأبعاد بمفصلة اسطوانية كما هو مبين بالشكل فان رد الفعل يكون مجهول الاتجاه لذا يحلل إلى مركبتين عندما تكون القوى الفعالة المؤثرة في الجسم المفروض واقعة في مستو واحد.



مركبتان لقوة رد الفعل فقط

رد الفعل

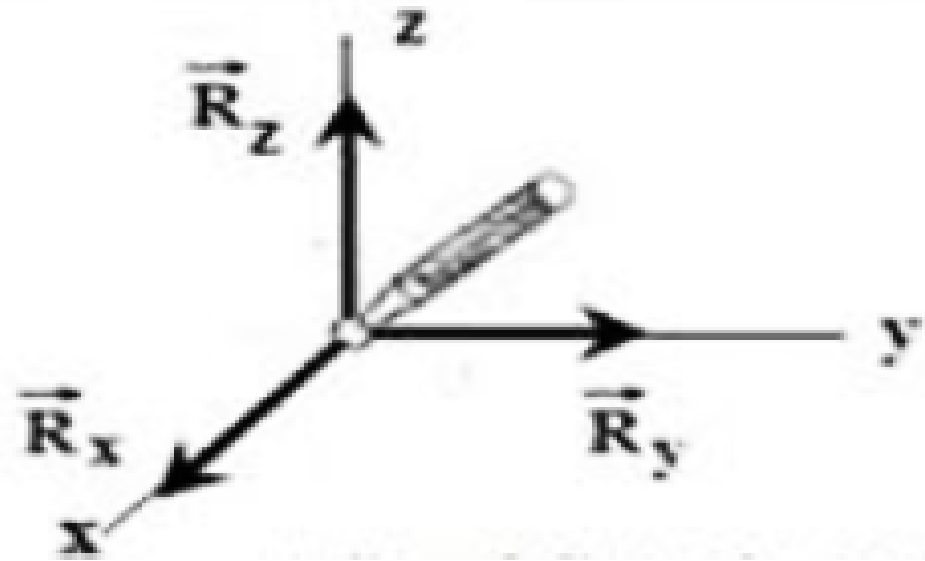


القيود الأساسي

المفصلة الاسطوانية وردود الفعل

## المفصلة الكروية (Ball – and – Socket)

عندما يقيد جسم ثلاثي الأبعاد بمفصلة كروية كما هو مبين بالشكل  
رد الفعل يكون مجهول الاتجاه لذا يحل إلى ثلاث مركبات باتجاه المحاور الإحداثية.

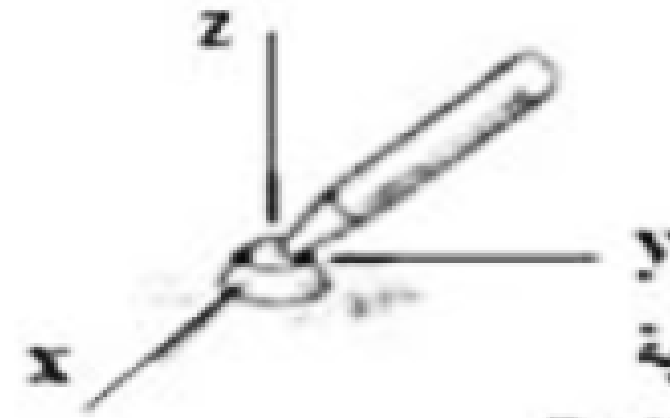


ثلاث مركبات لقوة رد الفعل فقط

رد الفعل

المفصلة الكروية وردود الفعل

ميكانيك النقطة المادية



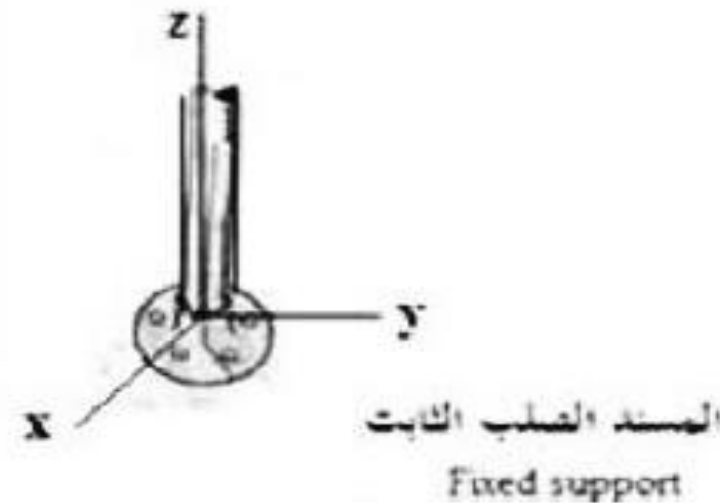
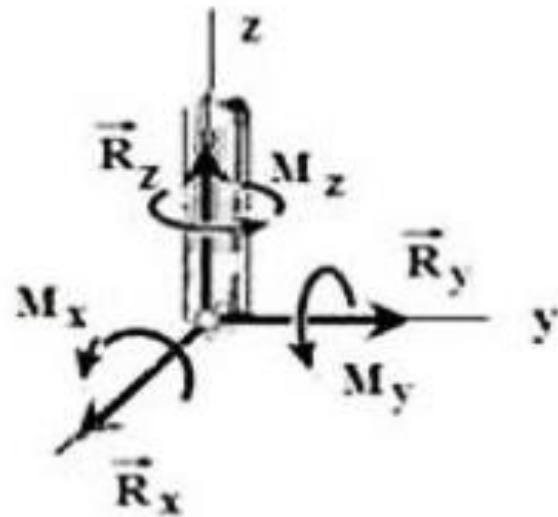
المفصلة الكروية  
Ball-and-Socket

القيود الأساسي

د. تمام سلوم

## المسند الصلب الثابت لجسم ثلاثي البعد (Fixed Support)

عندما يثبت طرف جسم ثلاثي الأبعاد بشكل صلب كما في الشكل  
الفعل يكافئ ثلاث مركبات لقوة رد الفعل وثلاث مزدوجات.  
فإن رد



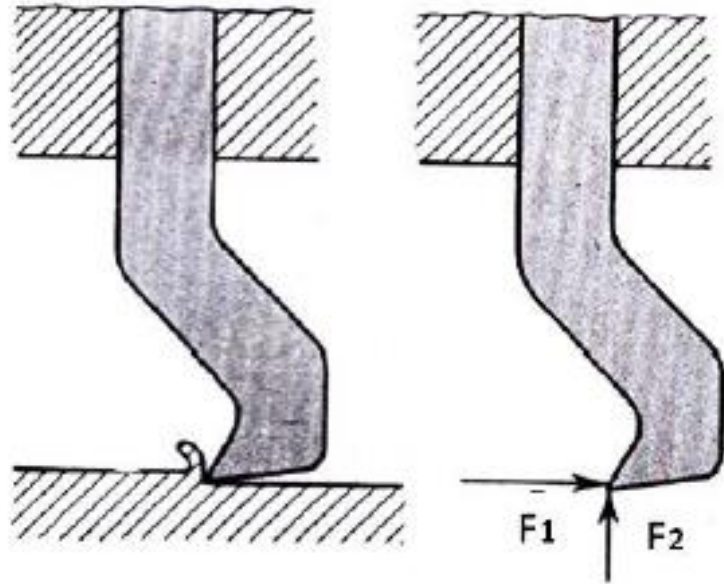
ثلاث مركبات لقوة رد الفعل وثلاث مزدوجات

رد الفعل

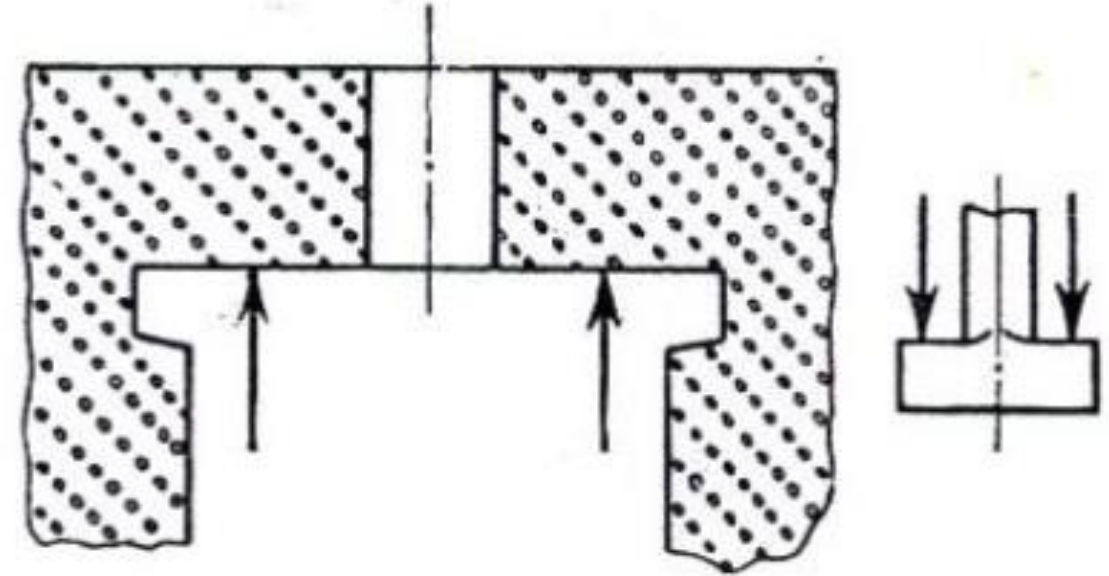
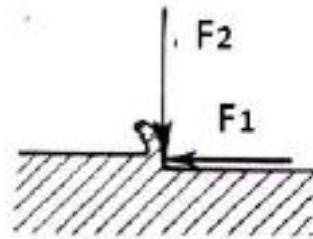
المسند الصلب الثابت وردود الفعل

القيد الأساسي

## أمثلة عن معنى ردود الفعل



المثال 2



المثال 1