جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء والفلك

مقرر 210 فيز

د. ناصر بن صالح الزايد

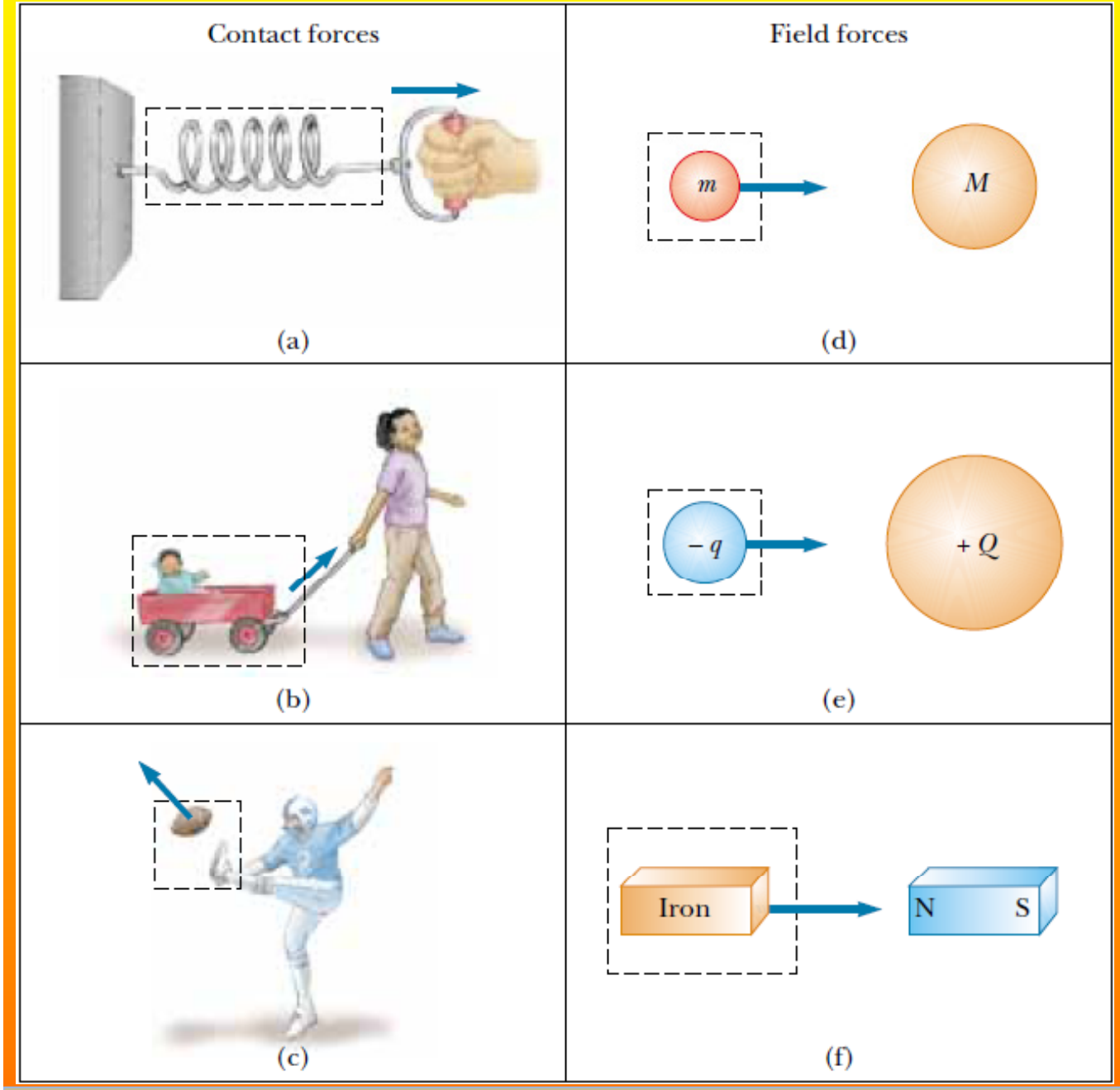
nalzayed@ksu.edu.sa

المحاضرة رقم: 10

الفصل الخامس: قوانين الحركة Chapter 5: Laws of Motion

مفهوم القوة THE CONCEPT OF FORCE

• تمر بنا قوى مختلفة يوميا، بعضها قد يؤدي إلى حصول حركة (مثل ضرب الكرة بالقدم) وبعضها الآخر قد لا يؤدي إلى حصول حركة مثل قوة جذب الأرض للأجسام المستقرة على سطحها.
• نيوتن – مثل غيره – لاحظ حركة الأجسام من حوله مثل حركة القمر حول الأرض، وخلص من ملاحظاته إلى أنه لا توجد حركة من دون وجود قوة سببتها بل أن التغير في سرعة الجسم لا يحصل إلا بسبب وجود قوى مؤثرة.
• أذن عندما تتغير سرعة جسم (يتسارع) فهذا بسبب وجود قوة خارجية ولذلك فيمكن أن ننظر إلى مفهوم القوة بأنه (ذلك الشئ الذي يجعل الأجسام تتسارع).
• ماذا لو أثرت مجموعة من القوى على جسم؟ في هذه الحالة محصلة القوى هي المسئولة عن التسارع.
• أن المجموع الاتجاهي لمجموعة قوى مؤثر يعطي (محصلة القوة) فإذا كان المحصلة لا تساوي الصفر فأنها تقود إلى إحداث التسارع، وإذا كان تساوي الصفر فأن السرعة تظل ثابتة (بما في ذلك الصفر).
• من هذا المفهوم: الجسم الذي لا يتسارع يقال عنه أنه (في حالة توازن Equilibrium).
• هنا نوعان من القوى: قوى ثابتة (يحصل هناك اتصال بين القوى والجسم) وقو حقلية Field Force لا يحصل تلامس ولكن يتم التأثير من خلال الحقل field الذي وضعه فارادي لحل معضلة التفاعل من غير تلامس مثل قوى الجذب الكوني والقوى المغناطيسية.
• لقد كان مفهوم الحقل Field الذي وضعه فارادي في عام 1845 حلا رائعا لتأثير القوى من دون اتصال حقيقي، والذي كان يمثل مشكلة حتى لدى كبار العلماء مثل نيوتن نفسه.



• **مايكل فارادي** أحد العلماء الكبار في التاريخ ويتميز بأنه علم نفسه بنفسه حيث ترك المدرسة وعمره 14 سنة وهو مكتشف التيار الكهربائي لأول مرة ومخترع المحرك الكهربائي (الدينامو) واشتهر بشغفه بالتجربة العلمية.

• في الرسم: يسار قوى متصلة ويمين غير متصلة

Chapter 5: Laws of Motion الفصل الخامس: قوانين الحركة

NEWTON'S FIRST LAW قانون نيوتن الأول للحركة

In the absence of external forces, an object at rest remains at rest and an object in motion continues in motion with a constant velocity (that is, with a constant speed in a straight line).

•يبقى الجسم الساكن ساكنا ويبقى الجسم المتحرك على نفس حركته وبنفس السرعة ما لم تؤثر عليها محصلة قوى خارجية.

• أن المعنى المباشر لهذا القانون أنه لو وجد جسم ما في وسط معزول، أي لا تؤثر عليه قوى خارجية، فأنه سوف يكون في أحد حالتين لا ثالث لهما: أما ساكنا، أو يتحرك بسرعة ثابتة.
• أن ممانعة الجسم لتغيير وضعه يطلق عليها: القصور الذاتي Inertia .
• في الشكل على اليسار عربة القطار كانت تتحرك وحيث أنها تميل للاستمرار في الحركة ولم تكن القوة التي سببها الحائط كافية لتغيير الحركة فقد دمر القطار الحائط وخرج خارج المحطة.

•قم بتشغيل مقطع الفيديو المصاحب (قطار يصطدم بشاحنة)

الفصل الخامس: قوانين الحركة Chapter 5: Laws of Motion

مفهوم الكتلة Mass

• **الكتلة Mass** :

• يلاحظ في الحياة اليومية أن بعض الأجسام تميل إلى المحافظة على الحركة، أي أنه من الصعب إيقافها إذا كانت تتحرك ومن الصعب تحريكها إذا كانت ساكنة.

• إن الفرق الذي يحدد ما إذا كان الجسم ميالا أكثر من غيره إلى المحافظة على الحالة هو في كتلة الجسم. إذن الكتلة هي خاصية تجعل من الجسم ميالا إلى القصور الذاتي. والجسم ذو الكتلة الأكبر يميل أكثر من الجسم ذي الكتلة الأقل إلى القصور ذاتيا.

• يرجى ملاحظة أن الكتلة خاصية للجسم لا علاقة لها بموقع الجسم في الكون. إذن الكتلة والوزن كميتان مختلفتان تماما ولا يجوز الخلط بينهما كما هو دارج في الحياة اليومية.

قانون نيوتن الثاني للحركة Newton's 2nd law of Motion

• ينص قانون نيوتن الثاني على:

• يتسارع الجسم تحت تاثير القوى الخارجية بصورة تتناسب طرديا مع هذه القوة. وربما نكون أكثر دقة لو قلنا (تتناسب محصلة القوى الخارجية عندما تؤثر على جسم طرديا مع كتلة الجسم).

• والسبب في تحديد محصلة القوى لأنه ليس العبرة بقوة ما بل بالمحصلة الكلية.

• رياضيا نعبر عن القانون كما يلي:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \qquad (5.2)$$

الفصل الخامس: قوانين الحركة Chapter 5: Laws of Motion

قانون نيوتن الثاني للحركة Newton's 2nd law of Motion

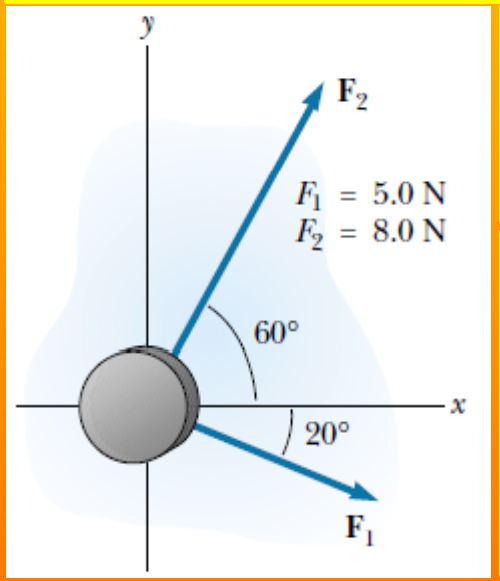
- وحتى تكون الصورة أفضل نفكك هذه القوى بحسب الاتجاه:

$$\sum F_x = ma_x \qquad (5.3)$$

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_x = ma_x$$

- كويز: هل توجد علاقة بين محصلة القوى المؤثرة على جسم وبين اتجاه حركة الجسم؟
- الإجابة: نعم، يتحرك الجسم في النهاية في نفس اتجاه المحصلة المؤثرة.



- **مثال**: في الشكل المبين يتعرض القرص إلى تأثير قوتين مبينة مقاديرها واتجاهاتها في الشكل. إذا علمت بأن كتلة القرص هي 0.3 kg وأنه يتحرك على السطح بدون احتكاك، فحدد مقدار واتجاه تسارع القرص.

- **الحل**: لحل هذا المثال وغيره نقوم بالتالي:
- أولا: نقوم بتحليل القوة الأولى إلى مركبتين F_{1x} و F_{1y}
- ثانيا: نقوم بتحليل القوة الثانية إلى مركبتين F_{2x} و F_{2y}
- ثالثا: نجمع المركبات في كل اتجاه على حدة ونسميها F_x و F_y
- رابعا: نحسب التسارع في كل اتجاه بسبب مركبة القوة في ذلك الاتجاه.

Chapter 5: Laws of Motion الفصل الخامس: قوانين الحركة

Newton's 2nd law of Motion قانون نيوتن الثاني للحركة

Given $: \vec{F}_1 = 5.0\,N \ at: 340^o,\ \vec{F}_2 = 8\,N \ at: 60^o$

$F_{1x} = F_1\cos(340) = +4.70\ N,\ F_{2x} = F_2\cos 60 = +4.0\ N$

$$\Rightarrow \sum F_x = 4.7 + 4.0 = +8.7\ N \qquad (1)$$

$F_{1y} = F_1\sin(340) = -1.71\ N,\ F_{2y} = F_2\sin 60 = +6.93\ N$

$$\Rightarrow \sum F_y = -1.71 + 6.93 = +5.22\ N \qquad (2)$$

$$\because \sum F_x = ma_x \ \therefore a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{+8.7}{0.3} = 29\ m/s^2 \qquad (3)$$

$$\because \sum Fy = ma_y \ \therefore a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{+5.22}{0.3} = 17\ m/s^2 \qquad (4)$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{a_x^{\,2} + a_y^{\,2}} = \sqrt{29^2 + 17^2} = 34\ m/s^2 \qquad (5)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{17}{29}\right) = 30^o \qquad (6)$$

- يتم اتباع نفس الخطوات في كل مرة تكون فيها أكثر من قوة مؤثرة ونريد حساب التسارع مقدارا واتجاها.
- لاحظ أنه تم التعامل مع كل مركبة مستقلة عن الأخرى ثم تم دمج النتائج.

الفصل الخامس: قوانين الحركة Chapter 5: Laws of Motion

قانون نيوتن الثالث للحركة Newton's 3rd law of Motion

- نص القانون: *لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار مضاد له في الاتجاه*

- مثال توضيحي: كان هناك رجل وصبي يقفان على سطح ثلجي لا احتكاكي وباستخدام اليدين لكل منهما تم دفع كل منهما الأخر بقوة، فتحكا في اتجاهين متضادين. *أي منهما يتحرك بسرعة أكبر ؟*

- الحل:
- من قانون نيوتن الثالث (الفعل ورد الفعل) بما أن كلا من الشخصين دفع الآخر، فالنتيجة أنهما سوف يتعرضان لنفس القوة ولكن في اتجاهين متضادين.
- وحيث أن كتلة الصبي اصغر فسوف يتسارع أكثر من الرجل وبالتالي سوف تكون سرعته في النهاية أكبر.