جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء والفلك

مقرر 210 فيز

د. ناصر بن صالح الزايد

nalzayed@ksu.edu.sa

المحاضرة رقم: 14

الفصل الثامن: طاقة الوضع وحفظ الطاقة Pot. Energy & Cons. of Energy

8.1 طاقة الوضع Potential Energy

- تحدثنا سابقا عن الطاقة الحركية كنوع من أنواع الطاقة. ولكن هناك نوع آخر من أنواع الطاقة هو: طاقة الوضع potential energy ورمزها U . وهناك عدة أمثلة أو صور من هذه الطاقة. منها:
- طاقة وضع الأرض Gravitational Pot. Energy :
- ببساطة عندما يكون هناك جسم كتلته m يرتفع عن الأرض مسافة y فأن طاقة وضعه هي: $U_g = mgy$
- طاقة وضع الزنبرك: سبق ذكر هذه الطاقة التي نعبر عنها بالصورة: $U_s = ½ kx^2$.
- تنقسم القوى التي نعرفها إلى قسمين: قوى محافظة Conservative وقوى غير محافظة Nonconservative .
- تعريف القوى المحافظة: هناك صفتان تتصف بهما القوى المحافظة:

(1) الشغل المبذول على جسم ما لتحريكه من موقع إلى آخر لا يعتمد على المسار.

(2) عندما يتم نقل جسم ما من مكان إلى آخر ثم يعاد إلى مكانه الأصلي فإن الشغل المبذول عليه = صفر

- من أمثلة هذه القوى (المحافظة) قوى الجذب الكوني (الجذب الأرضي مثلا)
- تعريف القوى غير المحافظة: كل القوى التي لا تنطبق عليها مواصفات القوى المحافظة فهي قوى غير محافظة.
- من أمثلة تلك القوى (قوة الاحتكاك). نلاحظ أن هذه القوى تؤدي إلى تغيير الطاقة الميكانيكية للجسم المتحرك.
- وهكذا كل القوى التي تغير من الطاقة الميكانيكية هي قوى غير محافظة.

الفصل الثامن: طاقة الوضع وحفظ الطاقة Pot. Energy & Cons. of Energy

8.1 طاقة الوضع Potential Energy

- التغير في طاقة الوضع تحت تأثير القوى المحافظة:
- عندما تؤثر قوة محافظة F_x على جسم ما لنقله من موقع x_i إلى موقع x_f فأن الشغل الذي تقوم به هو:

$$W_c = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx = -\Delta U \qquad (8.6)$$

- إذن: الشغل المبذول بواسطة قوة محافظ على جسم ما هي عبارة سالب التغير في طاقة الوضع للجسم.

8.4 حفظ الطاقة الحركية Conservation of Mechanical Energy

- الطاقة الكلية لأي جسم هي عبارة عن مجموع طاقة الحركة + طاقة الوضع ورمزها E .

$$E = K + U \qquad (8.9)$$

أو:

$$K_i + U_i = K_f + U_f \qquad (8.10)$$

- أي أن طاقة الحركة الابتدائية مضافا لها طاقة الوضع الابتدائية يجب أن تساوي طاقة الوضع النهائية مضافا لها طاقة الحركة النهائية. ومعنى ذلك أن أحدهما تتغير على حساب الأخرى.
- ربما أفضل ما يمثل ذلك كرة تنزل من فوق منحدر. في أعلى المنحدر كل ما لديها هو طاقة وضع، وفي أسفل المنحدر كل ما لديها هو طاقة حركة. في الوسط هناك طاقة حركة + وضع.
- إذن طاقة الوضع في قمة المنحدر تتقلص لحساب طاقة الحركة حتى تتحول بالكامل في الأسفل.

الفصل الثامن: طاقة الوضع وحفظ الطاقة Pot. Energy & Cons. of Energy

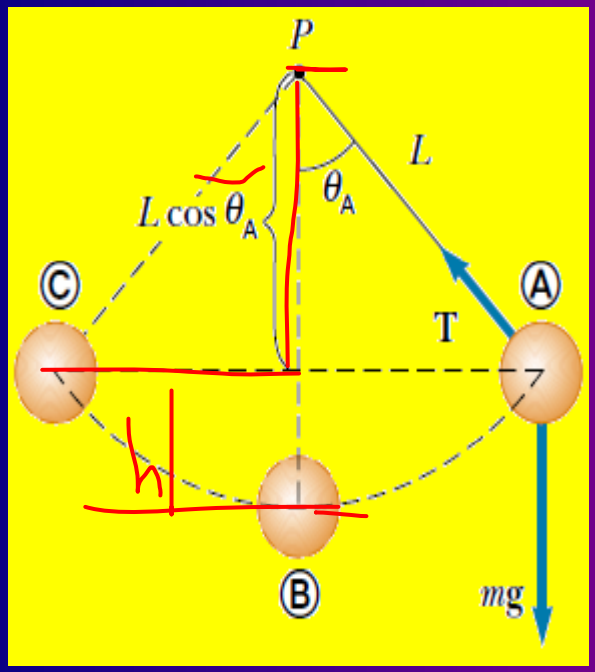
مثال للتوضيح كرة تسقط سقوطا حرا ومثال البندول

• **مثال 8.2** : كرة كتلها m تسقط بصورة حرة من ارتفاع h عن سطح الأرض. احسب سرعتها لحظة وصولها إلى سطح الأرض.

given: $K_i = 0,\ U_i = mgh,\ K_f = 1/2\, mv_f^2, U_f = 0$

$\because K_i + U_i = K_f + U_f$

$\therefore 0 + mgh = \frac{1}{2} mv_f^2 + 0. \qquad \therefore v_f = \sqrt{2gh}$ (1)



• **مثال 8.3** : بندول طول حبله $L = 2\ m$ والكتلة المربوطة في أسفله: $m = 0.5\ kg$ تم أطلاق الكرة عندما كان الحبل يصنع زاوية مقدارها 30^0. أوجد كلا من: سرعة الكتلة والشد في الحبل في النقطة السفلى.

• **الحل** : عند النقطة c فقط طاقة وضع، عند النقطة B فقط طاقة حركة.

• إذن طاقة الوضع تحولت بالكامل إلى حركة:

$\therefore (mgh)_C = (1/2mv^2)_B \qquad \rightarrow mg(L - L\cos\vartheta) = 1/2mv^2$

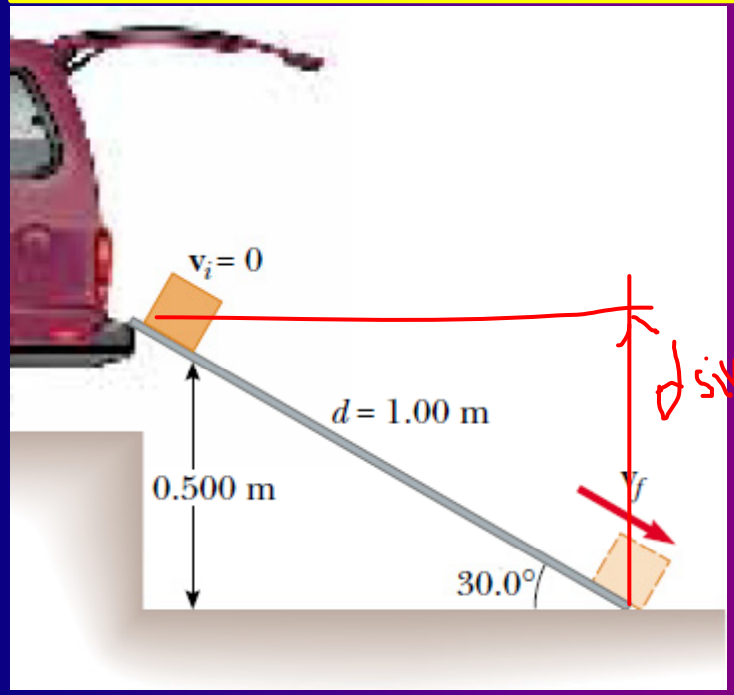
$\therefore (0.5)(9.8)(2 - 2\cos 30) = 1/2(0.5)(v^2) \qquad \therefore v = \sqrt{5.25} = 2.29\, m/s$

$T = m\frac{v^2}{r} = m\frac{v^2}{L} = 0.5\frac{5.25}{2} = 6.21N$

الفصل الثامن: طاقة الوضع وحفظ الطاقة Pot. Energy & Cons. of Energy

مثال صندوق ينزلق على لوح مائل

• **مثال 8.4** : اللوح المائل طوله 1 m ويميل بزاوية 30° ويتم تنزيل صندوق كتلته 3 kg. بدأ الصندوق من السكون وكانت المقاومة تعادل 5 N . احسب سرعة الصندوق لحظة وصوله إلى الأرض.



$$\text{Given: } K_i = 0,\ U_i = mgh,\ U_f = 0,\ K_f = 1/2mv_f^2$$

$$\because K_i + U_i - W_f = K_f + U_f \quad (W_f = \text{Work on Friction})$$

$$\therefore 0 + mgh - 5\times 1 = 1/2mv_f^2 + 0$$

$$\rightarrow (3)(9.8)(1\sin 30) - 5 = 1/2(3)v_f^2$$

$$\therefore v_f = \sqrt{\frac{3\times 9.8\times 0.5 - 5}{0.5\times 3}} = 2.54 m/s$$

• لاحظ أن $h = d\sin\theta$ ، ولاحظ كيف طرحنا الشغل المهدر بسبب قوة الاحتكاك من اليسار لأنه يؤدي إلى نقص الطاقة الكلية المتوفرة. (خسارة في الطاقة).

• **تدريب**: استخدم قوانين نيوتن وكذلك قوانين الحركة المنتظمة لإيجاد التسارع والسرعة النهائية بطريقة مختلفة.

• سوف تحصل على نفس النتيجة للسرعة وأما التسارع = $a = 3.23\ m/s^2$

الفصل الثامن: طاقة الوضع وحفظ الطاقة Pot. Energy & Cons. of Energy

مثال البندقية الزنبركية

- **مثال 8.7** : بعض بندقيات ألعاب الأطفال تحتوي على زنبرك قوي يتم الضغط عليه ثم يطلق الطلقة بناء على الطاقة المخزنة في الزنبرك. إذا تم ضغط الزنبرك مسافة *12 cm* ثم تم أطلاق طلقته التي كتلتها *35 g* رأسيا إلى أعلى فأنها تتمكن من الوصول إلى ارتفاع *20 m* . استخدم هذه المعلومات لحساب ثابت الزنبرك.

- **الحل** : هناك وضعان الوضع الابتدائي قبل أطلاق الطلقة، والوضع عندما تصل الطلقة أقصى ارتفاع.
- بالنسبة للوضع الأول: هناك طاقة وضع فقط هي طاقة وضع الزنبرك *½ kx²* وأما في الوضع الثاني فهناك فقط طاقة وضع الأرض *mgh* .لاحظ كذلك انه لحظة انطلاق الطلقة تكون طاقتها الحركية *½ mv²* تساوي تماما إلى طاقة وضع الزنبرك.

$$\text{given: } K_i = 0,\ U_i = 1/2kx^2,\ K_f = 0, U_f = mgh$$

$$\because K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$\therefore 0 + \frac{1}{2}kx^2 = 0 + mgh \qquad \therefore k = \frac{2mgh}{x^2} = \frac{2(35\times10^{-3})(9.8)(20)}{(12\times10^{-2})^2} = 953 N/m \qquad (1)$$

- **(ب)** احسب سرعة الطلقة لحظة مغادرتها للزنبرك.

$$\because K_i + U_i = K_f + U_f \Rightarrow 0 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 + 0. \qquad \therefore v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{952(0.12)^2}{35\times10^{-3}}} = 19.8 \text{m/s} \quad (2)$$