Chapter Five

ENERGY

الفصل الخامس الطاقة

University of Anbar

College of Science

Department of Applied Geology

First Year

General Physics

جامعة الانبار

كلية العلوم

قسم علوم الجيولجيا التطبيقية

المرحلة الاولى

الفيزياء العامة

Chapter Five

ENERGY

الفصل الخامس الطاقة

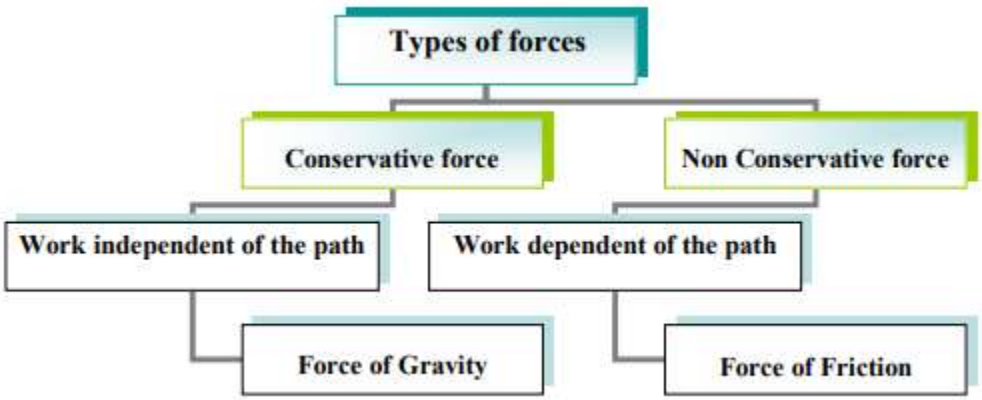
Dr. Israa Kamil Ahmed

د . اسراء كامل احمد

5.1 Potential energy and conservation energy الطاقة الكامنة والطاقة المحفوظة

درسنا في الفصل السابق مفهوم الطاقة الحركية *Kinetic Energy* لجسم متحرك ووجدنا أن طاقة حركة الجسم تتغير عندما يبذل شغل على الجسم.

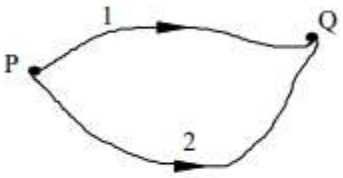
سندرس في هذا الفصل نوعاً آخر من أنواع الطاقة الميكانيكية وهو طاقة الكامنة. *Potential energy* ويمكن أن تتحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركة أو إلى بذل شغل. وتجدر الإشارة هنا إلى أن أنواع القوى التي درسناها هي إما قوة الجاذبية الأرضية F_g أوقوة الاحتكاك F_k أوقوة الشد T أوالقوة المؤثرة الخارجية F هذه القوى تقسم إلى نوعين، إما قوى محافظة *conservative forces*أو قوى غير محافظة *no conservative* فإذا كان الشغل الناتج عن قوة ما لا يعتمد على المسار فإن هذه القوة تكون محافظة، أما إذا كان الشغل يعتمد على المسار فإن هذه القوة تكون غير محافظة.



5.2 Conservative forces

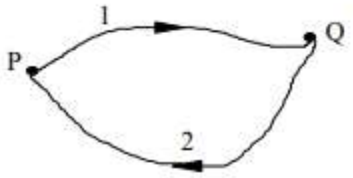
A force is conservative when the *work* done by that *force* acting on a particle moving between two points is *independents* of the path the particle takes between the points.

$W_{PQ}(\text{along } 1) = W_{PQ}(\text{along } 2)$



The total work done by a conservative force on a particle is zero when the particle moves around any closed path and returns to its initial position.

$W_{PQ}(\text{along } 1) = -W_{PQ}(\text{along } 2)$



تعتبر قوة الجاذبية الأرضية مثالاً على القوة المحافظة، فعند نقل جسم من موضع إلى آخر فإن الشغل المبذول يعتمد على القوة mg وعلى الإزاحة بين نقطتي البداية والنهايـــة، ولا يعتمد الشغل على المسار فإذا كانت نقطة البداية والنهاية لها نفس الارتفاع عـــن ســـطح الأرض فإن الشغل يكون صفراً.

الشغل لا يعتمد على المسار عند نقل جسم من موضع آخر لأن قوة الجاذبية الأرضية قوة محافظة.

$$W_g = - mg\,(y_f - y_i)$$

كما وأن القوة الاسترجاعية للزنبرك قوة محافظة حيث أن الشغل يعتمد على نقطتي البداية والنهاية فقط ولا يعتمد على المسار، وقد لاحظنا في الفصل السابق أن الشـــغل المبـــذول بواسطة الزنبرك يساوي صفراً في حركة الزنبرك دورة كاملة حيث يكـــون فيهـــا نقطـــة النهاية هي العودة إلى نقطة البداية.

5.3 Potential energy

When the work done by conservative force we found that the work does not depend on the path taken by the particle. Therefore we can define a new physical quantity called the change in potential energy ΔU.

The Change potential energy is defined as

$$\Delta U = (-W) = U_f - U_i = -\int_{x_i}^{x_f} F_x \, dx \qquad (5.1)$$

علمنا سابقاً أن الشغل يساوى التغير في طاقة الحركة، ولكن إذا تحرك جسم تحت تأثير قوة محافظة مثل قوة عجلة الجاذبية الأرضية إزاحة محددة فإن الشغل هنا يعتمد على نقطتي البداية والنهاية ولا يعتمد على المسار. وهنا لا نستطيع القول أن الشغل يساوى التغير في طاقة الحركة. فمثلاً إذا حاول شخص رفع كتلة ما من سطح الأرض إلى ارتفاع معين قدره h فإن هذا الشخص سيبذل شغلاً موجباً مساوياً لـ mgh لان القوة التي بذلها في اتجاه الحركة، ولكن من وجهة نظر الجسم فإنه بذل شغلاً سالباً قدره $-mgh$ وذلك لأن قوته (وزنه) في عكس اتجاه الإزاحة، هذا الشغل السالب يدعى طاقة الوضع التي اكتسبها الجسم عند تحريكه من نقطة إلى أخرى تحت تأثير قوة محافظة (قوة عجلة الجاذبية الأرضية).

5.4 Conservation of mechanical energy

لنفترض وجود جسم يتحرك في بعد واحد x تحت تأثير قوة محافظة F_x, فإن الشغل المبذول بواسطة القوة يساوي التغير في طاقة حركة الجسم.

$$W = \Delta K = -\Delta U \qquad (5.2)$$

$$\Delta K = -\Delta U \qquad (5.3)$$

$$\Delta K + \Delta U = \Delta(K + U) = 0 \qquad (5.4)$$

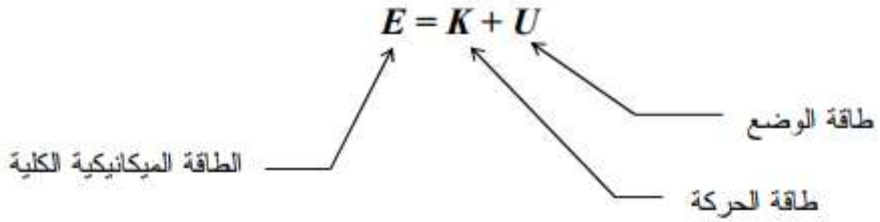
This is the law of conservation of mechanical energy, which can be written as

$$K_i + U_i = K_f + K_f \qquad (5.5)$$

Law of conservation mechanical energy

5.5 Total mechanical energy

لنعرف الطاقة الميكانيكية الكلية ***Total mechanical energy*** بحاصـــل جمـــع طاقـــة الحركة وطاقة الوضع للجسم.



ومن هنا يمكن كتابة قانون الحفاظ على الطاقة الميكانيكية على النحو التالي:

$$E_i = E_f$$

Law of conservation mechanical energy

The law of conservation of mechanical energy states that the total mechanical energy of a system remains constant for conservative force only. This means that when the kinetic energy increased the potential energy decrease.

EXAMPLES

يتم إجبار حبة بكتلة 2 كغم على الانزلاق على سلك خالي من الاحتكاك موضح في الشكل تبدا الحبة بالانزلاق من السكون من نقطة A وتنتهي في النقطة B من بعد الاصطدام بخفة مع سبرنك بقوة ذات ثابت *K*. لو تم ضغط السبرنك مسافة 0.1 متر، ما هو ثابت القوة لهذا السبرنك؟

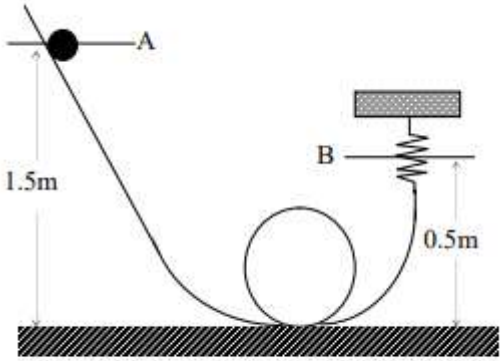


Figure 5.1

Solution

The gravitational potential energy of the bead at A -with respect to the lowest point is

$$U_i = mgh_i = (0.2\ \text{kg})\ (9.8\ \text{rn/s}^2)\ (1.5\ \text{m}) = 2.94\ \text{J}$$

The kinetic energy of the bead at A is zero since it starts from rest. The gravitational potential energy of the bead at B is

$$U_f = mgh_f = (0.2\ \text{kg})\ (9.8\ \text{m/s}^2)\ (0.5\ \text{m}) = 0.98\ \text{J}$$

Since the spring is part of the system, we must also take into account the energy stored in the spring at B. Since the spring compresses a distance $x_m = 0.1\text{m}$, we have

$$U_S = \frac{1}{2}\ k\ x_m^{\ 2} = \frac{1}{2}\ k\ (0.1)^2$$

Using the principle of energy conservation gives

$$U_i = U_f + U_s$$

$$2.94\ \text{J} = 0.98\ \text{J} + \frac{1}{2}\ k\ (0.1)^2$$

$$k = 392\ \text{N/m}$$

Example 5.2

A block of mass 0.2 kg is given an initial speed v_o = 5 m/s on a horizontal, rough surface of length 2m as in Figure 5.2. The coefficient of kinetic friction on the horizontal surface is 0.30. If the curved part of the track is frictionless, how high does the block rise before coming to rest at B?

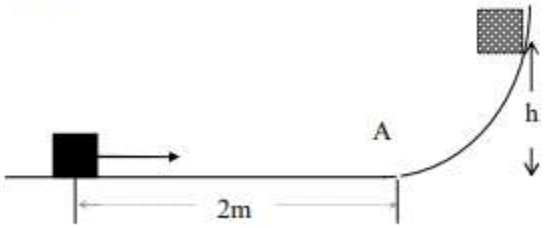


Figure 5.2

Solution

The initial kinetic energy of the block is

$$K_o = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} (0.2\text{kg}) (5\text{m/s})^2$$

$$= 2.50 \text{ J}$$

The work done by friction along the horizontal track is

$$W_f = -fd = -\mu mgd = -(0.30)\ (0.2)\ (9.8)\ (2) = -1.18 \text{ J}$$

Using the work-energy theorem, we can find the kinetic energy at A

$$W_f = k_A - K_o = K_A - 2.50$$

$$K_A = 2.50 + W_f = 2.50 - 1.18 = 1.32 \text{ J}$$

Since the curved track is frictionless, we can equate the kinetic energy of the block at A to its gravitational potential energy at B.

$$mgh = K_A = 1.32 \text{ J}$$

$$h = \frac{1.32\text{J}}{0.2\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2} = 0.673 \text{ m}$$

REFERENCE

1- Based Physics I by Jeffrey W. Schnick Copyright 2005-2008, Jeffrey W. Schnick, Creative Commons Attribution Share-Alike License 3.0. You can copy, modify, and rerelease this work under the same license provided you give attribution to the author. See http://creativecommons

2- FUNDAMENTALS OF PHYSICS HALLIDAY & RESNICK 9^{th} EDITION Jearl Walker Cleveland State University