

# الطاقة وجهد الاجاذبية

اعداد: أ. مراد البوشوي

# طاقة وضع الجاذبية

## طاقة وضع الجاذبية

أشعر بالنشاط!



□ طاقة الوضع الجاذبية هي طاقة الجسم المرتبطة بارتفاعه فوق نقطة مرجعية.  
يمكن حسابها باستخدام المعادلة

$$E_p = mgh$$

□ حيث  $m$  هي كتلة الجسم، و  $g$  ي تسارع الجاذبية، و  $h$  هو الارتفاع.

□ تزداد طاقة الوضع الجاذبية كلما زاد ارتفاع الجسم، وتنقص كلما انخفض ارتفاع الجسم.



لكن ماذا يحدث لطاقة الوضع الجاذبية عند الابتعاد عن الكرة الأرضية؟؟



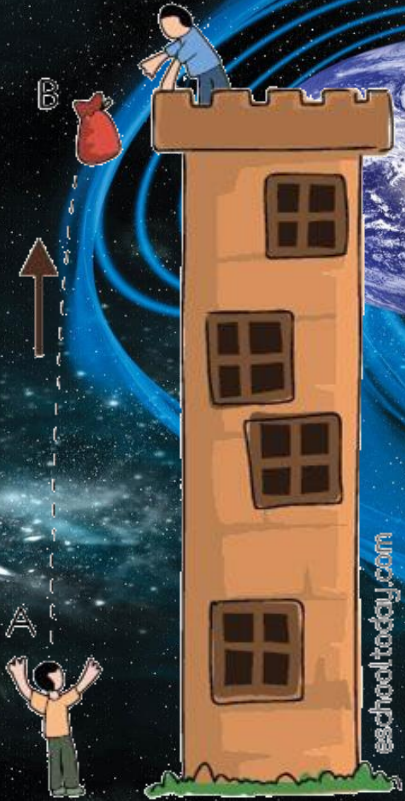
# نحتاج الى طريقة اعم لحساب طاقة وضع الجاذبية

إذا استخدمنا طاقة وضع الجاذبية  $E_p = mgh$  ، فنحن نفترض أن طاقة وضع الجاذبية لجسم ما على سطح الارض تساوي صفرا باعتبارها المستوى المرجعي، وهذا جيد للعديد من الاغراض العملية ولكن ليس دائما فعلى سبيل المثال إذا كنا نفكر في حركة الاجسام عبر الفضاء بعيدا عن الارض، فلا يوجد سبب يلزمنا باعتبار الارض المستوى المرجعي دائما

01

إذا رفعنا جسما إلى ارتفاع كبير جدا فإن  $(g)$  تقل وسنحتاج إلى أخذ ذلك بعين الاعتبار عند حساب طاقة وضع الجاذبية للجسم

02





# إيجاد طرائق مختلفة للتفكير في طاقة وضع الجاذبية

الكتلة على مسافة  
لا نهائية

الكتلة ليس لها طاقة وضع

نحدد الشغل المبذول لتحريك الكتلة الى هذه النقطة

الشغل المبذول يساوي الطاقة المنقولة للكتلة وتسمى  
بطاقة وضع الجاذبية

# جهد الجاذبية $\Phi$

## جهد الجاذبية $\Phi$

جهد الجاذبية عند نقطة ما هو الشغل المبذول لكل وحدة كتلة لنقل كتلة نقطية من اللانهاية الى تلك النقطة

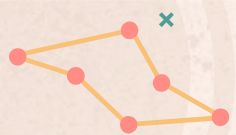
وحدتها  $\text{J kg}^{-1}$  ونرمز لها بالرمز فاي  $\phi$

جهد الجاذبية:

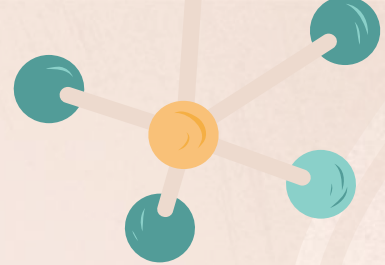
$$\phi = -\frac{GM}{r}$$

ماذا تعني الإشارة السالبة ؟

وتعني الإشارة السالبة أن جهد الجاذبية دائما سالب لانه كلما قربنا كتلة من كتلة أخرى فإن طاقة وضع الجاذبية لها تقل، بما أن طاقة وضع الجاذبية تساوي صفرا عند اللانهاية - لذلك في أي مكان آخر - ستكون طاقة وضع الجاذبية وجهد الجاذبية أقل من صفر أي أنهما سالبان.



# جهد الجاذبية $\Phi$



## جهد الجاذبية $\Phi$

جهد الجاذبية عند نقطة ما هو الشغل المبذول لكل وحدة كتلة لنقل كتلة نقطية من اللانهاية الى تلك النقطة

ونظرا إلى أن جهد الجاذبية عند نقطة ما يتم تعريفه على أنه الشغل المبذول لكل وحدة كتلة في تحريك كتلة نقطية من اللانهاية نستطيع صياغة القانون التالي:

$$\phi = \frac{w}{m}$$

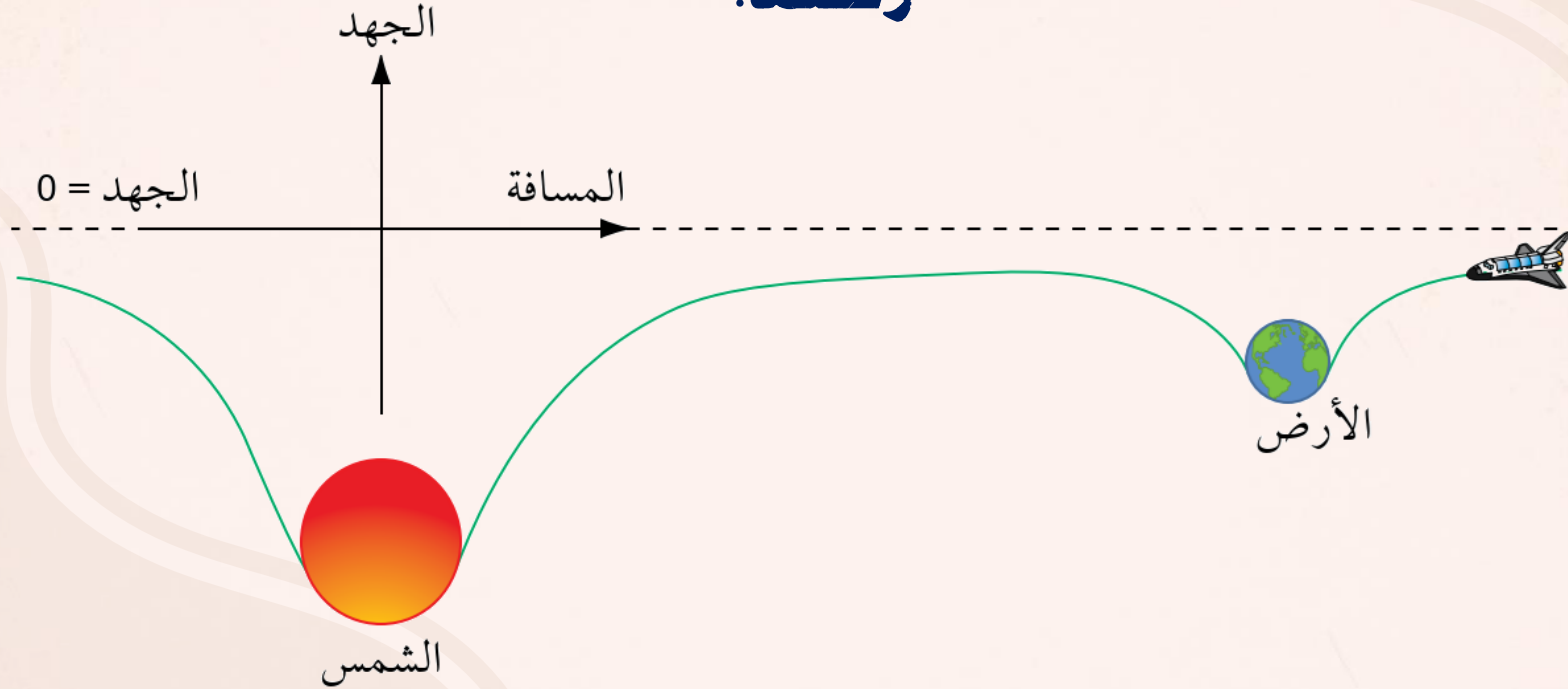
وبما ان الشغل  
المبذول يساوي  
طاقة وضع  
الجاذبية فان

طاقة الوضع الجاذبية :

$$E_p = m\phi$$
$$E_p = - \frac{GMm}{r}$$

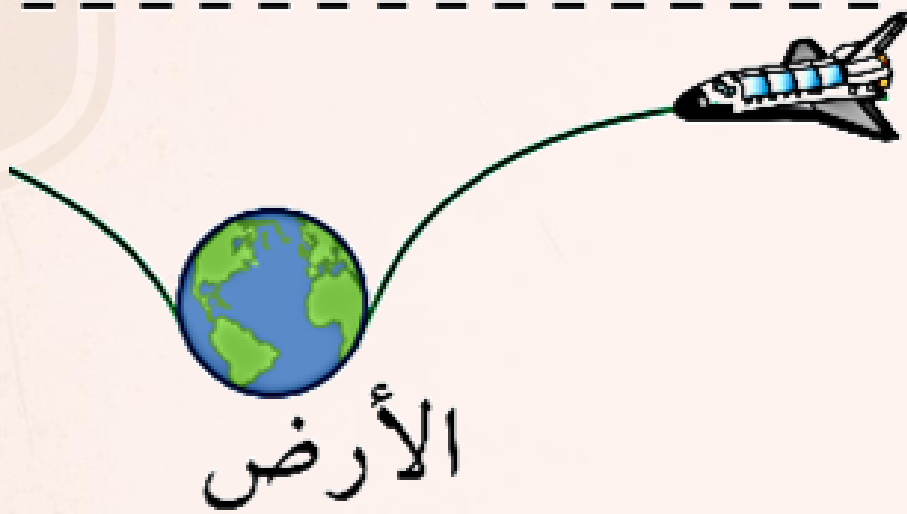


**تحليل مركبة فضائية قادمة من نجم بعيد إلى النظام الشمسي. يظهر تغير جهد الجاذبية على طول مسارها في الشكل ١-٦ وسنركز على ثلاثة أجزاء من رحلتها:**



الشكل ١-٦ جهد الجاذبية يساوي صفرًا عند اللانهاية (بعيدًا عن أي كتلة)، ويقل مع الاقتراب من كتلة ما.

# ١. عندما تقترب المركبة الفضائية من الأرض



فإنها ستجذب نحوها. وكلما اقتربت  
من الأرض، فإن طاقة وضع  
الجاذبية تقل، ويقل كذلك جهد  
الجاذبية لها.



## ٣. عندما تستعد المركبة الفضائية من الأرض



فإنها تبذل شغلا عكس جاذبية الأرض،  
وعندها فإن طاقة بُئر وضع الجاذبية لها  
تزداد وبالتالي يمكننا القول إن جهد  
الجاذبية يزداد كذلك  
ينشئ مجال الجاذبية الأرضية جهد  
عملاقا في الفضاء، ونحن نعيش في قاع  
هذا البئر.

### ٣. عندما تقترب المركبة الفضائية من الشمس



فإنها تتجذب في بئر جهد أعمق بكثير لأن  
كتلة الشمس أكبر بكثير من الأرض لذلك  
فإن جذبها سيكون أقوى بكثير من  
الأرض وجهد الجاذبية على سطح  
الشمس سيكون أكثر سالبية مما هو على  
سطح الأرض

جهد الجاذبية على الأرض:  $\phi = -6.3 \times 10^7 \text{ J kg}^{-1}$   
جهد الجاذبية على الشمس:  $\phi = -1.9 \times 10^{11} \text{ J kg}^{-1}$

# مثال

الخطوة ٢: تُعطي المعادلة  $\phi = -\frac{GM}{r}$  جهد الجاذبية على سطح الكوكب، أي طاقة وضع الجاذبية لكل وحدة كتلة عند تلك النقطة. إذا تُعطي طاقة وضع الجاذبية لصخرة كتلتها ( $m$ ) عند تلك النقطة من المعادلة:

طاقة وضع الجاذبية:

$$E_p = -\frac{GMm}{r}$$

طاقة وضع الجاذبية للصخرة عندما تكون بعيدة تساوي صفراً، لذلك تعطي القيمة التي

نحسبها باستخدام هذه المعادلة الانخفاض في طاقة وضع الجاذبية للصخرة خلال تسارعها وارتطامها بالكوكب.

طاقة وضع الجاذبية:

$$\begin{aligned} E_p &= -\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 4.9 \times 10^{23} \times 200}{3.4 \times 10^6} \\ &= -1.92 \times 10^9 \text{ J} \approx -1.9 \times 10^9 \text{ J} \end{aligned}$$

كوكب قطره (6800 km) وكتلته ( $4.9 \times 10^{23} \text{ kg}$ ). وعلى مسافة بعيدة من الكوكب يوجد صخرة كتلتها (200 kg). في البداية كانت في حالة سكون ومن ثم تسارعت باتجاهه وارتطمت بسطحه. احسب التغير في طاقة وضع الجاذبية للصخرة وسرعتها عندما ارتطمت بسطح الكوكب.

الخطوة ١: اكتب الكميات المعطاة:

$$r = 3.4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$M = 4.9 \times 10^{23} \text{ kg}$$

$$m = 200 \text{ kg}$$



## مثال

$$= -1.92 \times 10^9 \text{ J} \approx -1.9 \times 10^9 \text{ J}$$

الخطوة ٣: في حالة عدم وجود غلاف جوي، فإن كل طاقة وضع الجاذبية تتحوّل إلى طاقة حركة للصخرة، وعليه:

$$\frac{1}{2} mv^2 = 1.92 \times 10^9 \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{1.92 \times 10^9 \times 2}{200}}$$

$$= 4385 \approx 4400 \text{ m s}^{-1}$$

لاحظ أن السرعة النهائية للصخرة عند ارتطامها بالكوكب لا تعتمد على كتلة الصخرة؛ هذا لأنه عند مساواة المعادلتين للتغير في طاقة الحركة والتغير في طاقة وضع الجاذبية، فإن كتلة الصخرة (m) تختزل

كوكب قطره (6800 km) وكتلته ( $4.9 \times 10^{23} \text{ kg}$ ). وعلى مسافة بعيدة من الكوكب يوجد صخرة كتلتها (200 kg). في البداية كانت في حالة سكون ومن ثم تسارعت باتجاهه وارتطمت بسطحه. احسب التغير في طاقة وضع الجاذبية للصخرة وسرعتها عندما ارتطمت بسطح الكوكب.

الخطوة ١: اكتب الكميات المعطاة:

$$r = 3.4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$M = 4.9 \times 10^{23} \text{ kg}$$

$$m = 200 \text{ kg}$$

## سؤال

٩

مستعيناً بالبيانات الواردة في الجدول ١-٢ أجب عما يأتي:

ثابت الجاذبية:  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

الجسم	الكتلة (kg)	نصف القطر (km)
الأرض	$6.0 \times 10^{24}$	6400
القمر	$7.3 \times 10^{22}$	1740

الجدول ١-٢

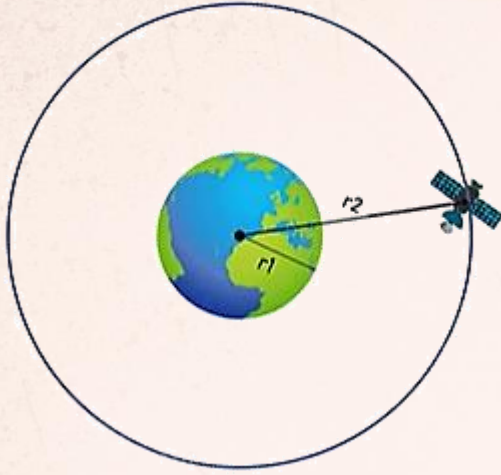
أ. احسب جهد الجاذبية عند سطح الأرض.

ب. احسب جهد الجاذبية عند سطح القمر.

ج. أي «بئر جهد» أقل عمقاً: الأرض أم القمر؟ ارسم مخططاً مشابهاً للشكل ١-٦ لمقارنة «بئر الجهد» للأرض والقمر.

د. استخدم مخططاً لشرح سبب وجود حاجة إلى صاروخ كبير لرفع مركبة فضائية من سطح الأرض، في حين يمكن أن يستخدم صاروخ أصغر بكثير للانطلاق من سطح القمر.

# فرق جهد الجاذبية



في كثير من الاحيان يكون من المفيد معرفة مقدار الطاقة اللازمة لرفع قمر صناعي من سطح كوكب أو سطح قمر ذي نصف قطر ( $r_1$ ) إلى مدار ما ذي نصف قطر ( $r_2$ ) ولايجاد التغير في جهد الجاذبية نحتاج إلى تطبيق معادلة جهد الجاذبية

$$\phi = -\frac{GM}{r}$$

- ☐ الاولى ايجاد جهد الجاذبية على السطح.
- ☐ والثانية ايجاد جهد الجاذبية على الارتفاع المداري المطلوب.

$$\Delta\phi = GM \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

وبمجرد تحديد التغير في جهد الجاذبية ( $\Delta\phi$ ) ، يمكن حساب التغير في طاقة وضع الجاذبية ( $\Delta E_p$ ) عبر ضرب التغير في جهد الجاذبية بكتلة القمر الصناعي (أو أي جسم آخر)



# مصطلحات خاصة بالمجالات

## الجهد

طاقة الوضع  
لوحدة الكتلة  
عند نقطة ما.

## شدة المجال

هو القوة لوحدة  
الكتلة عند  
نقطة ما.

ستدرس مفهوم شدة المجال الكهربائي في الوحدة الثانية، حيث هي القوة المؤثرة على وحدة شحنة كهربائية، وبالمثل عندما نتحدث عن فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في الكهرباء فإننا نتحدث عن الفرق في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة وستدرس أيضا المجالات التي تنتج قوى تجاذب وقوى تنافر، وهذا يجب أن يطور فهمك حول سبب اعتماد قيمة الصفر للجهد عند الانهيار كخيار وحيد معقول

## سؤال ختامي

10) أثناء عمليات هبوط المركبات المأهولة على سطح القمر في الستينيات دارت مركبة القيادة للقمر الصناعي حول القمر في مدار إهليلجي بارتفاع أقصاه (310 km) فوق سطح القمر، في حين هبطت المركبة القمرية على سطح القمر.

أ. لماذا كانت طاقة وضع الجاذبية لمركبة القيادة تتغير في مدارها؟ اشرح إجابتك.

ب. احسب أكبر فرق جهد الجاذبية بين سطح القمر وموقع مركبة القيادة.



نهاية الدرس  
We'll see you  
next class