مراجعة الوحدة الأولى

أولا التعاريف الهامة

1- الحركة الدائرية المنتظمة

هي الحركة الدائرية التي يتحرك فيها الجسم بسرعة ثابتة حول محور ثابت

2- الإزاحة الزاوية (θ)

هي الزاوية التي يقطعها الجسم عندما يتحرك في مسار دائري

او المسافة المنحية التي يقطعها الجسم عندما يسير في مسار دائري

3- الراديان (rad)

هو الزاوية الناتجة عندما تكون المسافة المقطوعة على المسار الدائري مساوية لنصف قطر الدائرة

4- السرعة الزاوية (ω)

هي معدل الزمني لتغير زاوية دوران الجسم

او هي المعدل الزمني للإزاحة الزاوية

5- التردد

هو عدد الدورات التي يصنعها الجسم في الثانية الواحدة.

6- الزمن الدوري

هو الزمن اللازم لقطع دورة كاملة

7- التسارع المركزي (a_c)

هو المعدل الزمني للتغير في السرعة المتجهه

8- قوة الجذب المركزية (F_c)

هي تلك القوة التي تسبب التسارع المركزي

9- الجاذبية

هي قوة التجاذب بين جسمين

10- قانون نيوتن للجاذبية

قوة الجذب المتبادلة بين جسمين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما و عكسيا مع مربع المسافة بينهما

11 -مجال الجاذبية

هو المنطقة المحيطة بجسم ما و تظهر فيها تأثير قوته الجاذبة على جسم اخر

12- شدة مجال الجاذبية الأرضية عند نقطة (g)

هو قوة الجاذبية المؤثرة على جسم كتلته 1 kg عند هذه النقطة

13- جهد الجاذبية (VG)

هو طاقة الوضع التي تؤثر في كتلة مقدارها 1 kg عند نقطة في مجال الجاذبية

Mohamed Galal

14- الزمن الدوري المداري

هو الزمن الذي يستغرقه جسم مداري لاكمال دورة واحدة كاملة

15- مبدأ فيريال

متوسط مجموع الطاقة الحركية لنظام مستقر و مرتبط بقوى جهد مثل قوة الجاذبية يساوي نصف مجموع طاقة الوضع لذلك النظام

ما المقصود بأن

الازاحة الزاوية لجسم يسير في مسار دائري تساوي 2rad

أي ان النسبة بين الازاحة الخطية و نصف قطر المسار الدائري تساوي 2rad

السرعة الزاوية لجسم يدور في مسار دائري 1rad/s

أي ان المعدل الزمني للتغير في الازاحة الزاوية يساوي 1 rad

جهد الجاذبية عند نقطة على سطح الأرض تساوي -6.3 x 107 J/kg

اى ان طاقة الوضع التي تؤثر في جسم كتلته 1kg عند سطح الأرض تساوي -6.3×10^7 J

شدة مجال الجاذبية عند نقطة 8N/kg

أي ان قوة الجاذبية المؤثرة على 1kg عند هذه النقطة يساوي 8N

فسر

1- الراديان ليس له أبعاد (وحدة مكافئة)؟

لأنه نسبة بين طولين.

2- عند دوران دلو يحتوي على ماء راسيا في مسار دائري بسرعة كبيرة فإن الماء لا ينسكب ؟

و هذا بسبب القصور الذاتي , حيث تتولد قوة طاردة مركزية تجعل الماء لا ينسكب

3- على الرغم ان القوة الطاردة المركزية في الألعاب الدورة تثبت الناس اثناء دورانهم الا انه لا يمكن الاستغناء عن أحزمة الأمان

لانه في حالة تباطئ الألعاب تقل القوة الطاردة المركزي و بالتالي يحتاج الانسان لوسيلة للتثبيت

4- على الرغم من ان القوة الطاردة المركزية قوة غير حقيقية الا انه نشعر بها

و هذا بسبب القصور الذاتي حيث يحاول الجسم الاحتفاظ باتجاه حركته في خط مستقيم و نتيجة مقاومة التغير نشعر بالقوة الطاردة المركزية

Mohamed Galal

5- تصلح الحركة الدائرية كمقياس للزمن

لان الجسم في الحركة الدائرية يقطع اقواس متساوية في ازمن متساوية

6- تتسارع الأجسام التي تتبع مسارا دائريا على الرغم من أنها تسير بسرعة ثابتة؟

وهذا بسبب تغير اتجاهها باستمرار بسبب القوة المركزية فتتغير السرعة المتجهة كل ثانية فتكتسب تسارع

7- في الحركة الدائرية المنتظمة تزداد سرعة الجسم للضعف اذا زادت القوة المركزية الى اربع أمثال قيمتها عند ثبوت نصف القطر

لان القوة الجاذبة المركزية تتناسب طرديا مع مربع السرعة

8- على الرغم من الأرض تجذب القمر الا انه لا يتحرك نحو الأرض مباشرة

و هذا بسبب القصور الذاتي القوة الجاذبة المركزية التي تعمل على تغير اتجاه القمر لحظيا فيتولد قوة طاردة مركزية تعادل القوة الجاذبة فيدور القمر في مار ثابت

9- نشعر بجاذبية الأرض و لا نشعر بجاذبية الشمس على الرغم من الشمس اكبر من الأرض؟

لان قوة الجاذبية تتناسب عكسيا مع مربع المسافة و نتيجة كبر المسافة بين الأرض و الشمس فإننا لا نشعر بجاذبية الشمس

10- طاقة الوضع التجاذبية دائما سالبة الإشارة

لان قوة الجاذبية تبذل شغلا سالبا لانه في عكس حركة الجسم

او لان طاقة الوضع في مالانهاية تساوي صفرا

11- جهد الجاذبية لا يعتمد على كتلة الجسم

هو طاقة الوضع التي تؤثر في كتلة مقدارها 1 kg عند نقطة في مجال الجاذبية

او بما ان

$$V_G = -\frac{G\,M}{r}$$

اذا لايعتمد على كتلة الجسم بل يعتمد على كتلة المصدر (M)

12- شدة مجال الجاذبية لا تعتمد على كتلة الجسم

لانه هو قوة الجاذبية المؤثرة على جسم كتلته 1 kg عند هذه النقطة

او بما ان

$$g = \frac{G\,M}{R^2}$$

اذا لايعتمد على كتلة الجسم بل يعتمد على كتلة المصدر (M)

13- سرعة الإفلات لا تعتمد على كتلة الجسم

بما ان

$$v_e = \sqrt{\frac{2\,GM}{r}}$$

اذا لايعتمد على كتلة الجسم بل يعتمد على كتلة المصدر (M)

14- السرعة المدارية لا تعتمد على كتلة الجسم

بما ان

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

اذا لايعتمد على كتلة الجسم بل يعتمد على كتلة المصدر (M)

15- السرعة اللازمة لاطلاق الصاروخ من سطح القمر اقل من السرعة اللازمة لاطلاق الصاروخ من سطح الارض

لان طاقة الوضع التجاذبية للجسم على سطح القمر اصغر منها على سطح الأرض حيث الطاقة تتناسب طرديا مع مربع السرعة

16- سرعة القمر المدارية دائما اقل من سرعة الإفلات له على سطح الأرض

حتي لا يهرب من مجال الجاذبية للأرض

17- عند سقوط جسم في مجال الجاذبية فإن طاقة وضعه تنخفض و تصبح اكثر سالبية

حيث تتحول طاقة الوضع الى طاقة حركية و حرارية و ضوئية

18- استطاع العالم كلفن حساب طاقة الشمس تقريبا قبل اكتشاف الطاقة النووية

لانه اقترح ان الحرارة المنبعثة من الشمس ناتجة من تقلصات الجاذبية (النقص في جهد الجاذبية لها)

19- يشعر رواد الفضاء في سفن الفضاء بأنهم عديمي الوزن رغم تأثرهم بجاذبية تقريبا مساوية لجاذبية الأرض

لانهم في حالة سقوط حر

Mohamed Galal

ماذا يحدث

1- لجسم مربوط بحب و يدور في مسار دائري عند قطع الخيط

يتحرك في خط مستقيم و بسرعة ثابتة في حالة عدم تأثير أي قوة عليه حسب قانون نيوتن الاول .

2- لقوة الجاذبية بين جسمين اذا زادت المسافة بينهما للضعف

تقل الى الربع

3- للقوة الجاذبة المركزية عند زيادة السرعة الزاوية للضعف و يقل نصف القطر للنصف

تزداد القوة للضعف

4- لقوة الجاذبية بين جسمين اذا زادت احدى الكتلتين للضعف

تزداد الى الضعف

5- لكل من طاقة الوضع التجاذبية و جهد الجاذبية كلما ابتعدنا عن سطح الأرض

تزداد بزيادة الارتفاع عن سطح الارض

6- لسرعة الإفلات عند زيادة كتلة الجسم للضعف

لا تتاثر

7- للسرعة المدارية للقمر الصناعي اذا زادت كتلة القمر للضعف

لا تتاثر

8- لجهد الجاذبية عند نقطة اذا زادت كتلة الجسم الى الضعف

لا تتاثر

9- للقمر الصناعي اذا أصبحت الطاقة الكلية لنظام القمر الصناعي و الأرض موجبة و ليست سالبة

يفلت القمر الصناعي من مجال الجاذبية

10- للقمر الصناعي اذا أصبحت السرعة المدارية له تساوي صفرا

يتحرك القمر في اتجاه الأرض في خط مستقيم

11- لسرعة القمر الصناعي اذا زاد نصف قطر مسار القمر حول الأرض

تقل سرعته

12- اذا زادت سرعة القمر المدارية بمعامل $\sqrt{2}$

يفلت القمر من مداره

Mohamed Galal

13- لقوة التجاذب و موقع الكتل في نظام عندما تكون طاقة الوضع التجاذبية للنظام تساوي صفرا

تكون الكتل متباعدة لانهائيا و قوة التجاذب بينها تساوي صفرا

14- للاجسام عند سقوطها في منطقة انحناء الجهد للأرض

تكتسب الاجسام طاقة حركية الناتجة عن نقص طاقة الوضع

15- لنصف مدار القمر الصناعي الثابت اذا زادت كتلة الأرض الى الضعف

يزداد نصف قطر مدار القمر

قارن بين

الأقمار الصناعية

المقارنة	الأقمار المتزامنة	الأقمار القطبية
الزمن الدوري	24 h	مختلفة
الاستخدامات	في الاتصالات و دراسة العواصف	في قياس تركيز الأوزون و درجة الحرارة

جهد الجاذبية و طاقة الوضع التجاذبية

المقارنة	طاقة الوضع التجاذبية	جهد الجاذبية
القانون	$E_p = -\frac{G\,M\,m}{r}$	$V_G = -\frac{G\,M}{r}$
الوحدة	J	J/kg
الاعتماد على الكتلة	تعتمد على كتلة الجسم	لا تعتمد على كتلة الجسم

السرعة الزاوية و السرعة الخطية

وجه الشبه و الاختلاف	الازاحة الزاوية	الازاحة الخطية
التعريف	هي الزاوية التي يقطعها الجسم عندما يتحرك في مسار دائري	هي طول القوس الذي يقطعه الجسم على المسار الدائري
القانون	$\theta = \omega\,t$	$s = v\,t$
نوع الكمية	متجهة	متجهة
وحدة القياس	Rad	degree

اذكر استخدامات

الأقمار الصناعية

1- الأقمار المتزامنة في

الاتصالات – دراسة مسارات الأعاصير و العواصف

2- القطبية

في البحوث العلمية - قياس تركيز الأوزون في طبقة الستراتوسفير – قياس درجة الحرارة في الغلاف الجوي

القوة الطاردة المركزية

1- تجفيف الملابس في الغسالات

عند دوران الملابس يعمل القصور الذاتي على حركتها في خط مستقيم و في نفس الوقت تغير الأسطوانة اتجاهها باستمرار فتتولد قوة طاردة مركزية تعمل على تسرب المياه من الثقوب الجانبية للاسطوانة

2- فصل الكريمة عن الحليب

عند دوران الحليب يعمل القصور الذاتي على حركته في خط مستقيم و لكن نتيجة للجدار الحاوي و الذي يعمل على تغير اتجاهه باستمرار فتتولد قوة طاردة مركزية تجعل الحليب الثقيل يندفع تاركا القشدة

3- فصل مكونات الدم

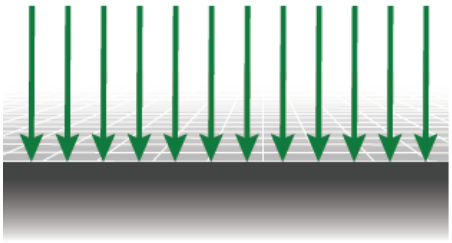
عند دوران الدم بسرعة بفعل القصور الذاتي و الجهاز تتولد قوة طاردة مركزية تجعل خلايا الدم الحمراء الثقيلة في الاسفب و البلازما في الوسط و كرات الدم البيضاء و صفائح الدم في الأعلى

4- تنقية المياه من الرواسب

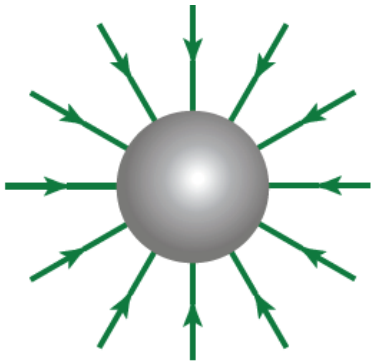
Mohamed Galal

الرسومات الهامة

1- قارن بالرسم بين خطوط مجال الجاذبية بعيدا عن سطح الأرض و بالقرب من سطح الأرض

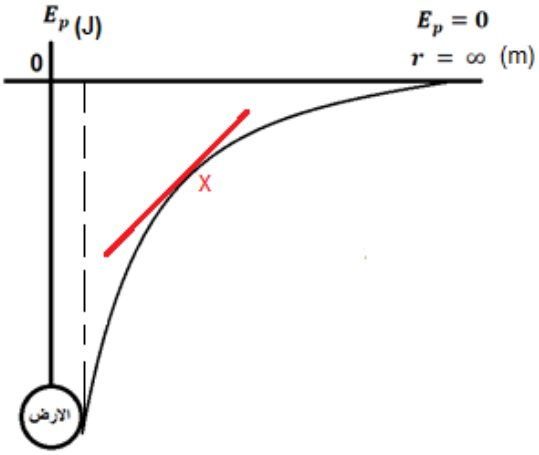


خطوط مجال الجاذبية عند سطح الارض



خطوط مجال الجاذبية بعيدا عن سطح الارض

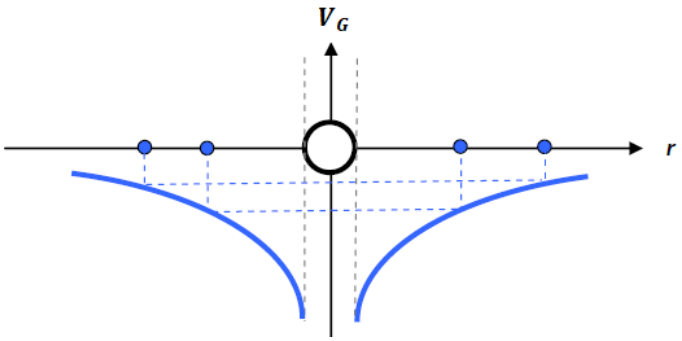
2- العلاقة بين طاقة الوضع التجاذبية و البعد عن سطح الأرض



ملحوظة هامة

ميل المماس عند أي نقطة يساوي قوة الجذب المتبادلة بين الجسمين (F)

3- العلاقة بين جهد الجاذبية و البعد عن سطح الأرض



ملحوظة هامة

ميل المماس عند أي نقطة يساوي شدة مجال الحاذبية (g)

القوانين

الكمية الفيزيائية	القانون	الوحدة
الازاحة الزاوية θ	$\theta = \frac{s}{r}$	rad راديان
السرعة الزاوية ω	$\omega = \frac{\theta}{t}$ $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$ $\omega = 2\pi f$ $\omega = \frac{v}{r}$ $\omega = \sqrt{\frac{a_c}{r}}$ $\omega = 2\pi \times \frac{rpm}{60}$	rad/s
الزمن الدوري T	$\tau = \frac{t}{n}$ $\tau = \frac{1}{f}$ $\tau = \frac{2\pi}{\omega}$ $\tau = \frac{2\pi\, r}{v}$	s
العجلة (التسارع) المركزي a_c	$a_c = \frac{v^2}{r}$ $a_c = \omega^2 r$ $a = \frac{F}{m}$	m/s^2

الكمية الفيزيائية	الرمز	الوحدة
الازاحة الخطية s	$s = v\, t$ $s = \theta\, r$	m
السرعة الخطية او مماسية v	$v = \frac{2\pi r}{\tau}$ $v = 2\pi\, rf$ $v = \omega\, r$ $v = \sqrt{a_c r}$ $v = \sqrt{\frac{F_c\, r}{m}}$	m/s
التردد f	$f = \frac{n}{t}$ $f = \frac{1}{\tau}$ $f = \frac{2\pi}{\omega}$ $f = \frac{rpm}{60}$	Hz
القوة الجاذبة المركزية $\mathbf{F_c}$	$F_c = m\, \frac{v^2}{r}$ $F_c = m\, \omega^2\, r$ $F = m\, a$	N

Mohamed Galal

N/kg	$g = \frac{F}{m}$ $g = \frac{G\,M}{R^2}$ $g = \frac{G\,M}{(R+h)^2}$	شدة مجال الجاذبية g			$F = \frac{G\,m_1\,m_2}{r^2}$	قوة التجاذب المادي
	$E_p = -\frac{G\,M\,m}{r}$ $E_p = mV_G$	طاقة الوضع		J/kg	$V_G = -\frac{G\,M}{r}$ $V_G = \frac{E_p}{m}$	جهد الجاذبية V_G
m/s	$v_o = \sqrt{\frac{GM}{r}}$	السرعة المدارية v_o		m/s	$v_e = \sqrt{\frac{2\,GM}{r}}$	سرعة الإفلات v_e
J	$E = -\frac{GMm}{2r}$	الطاقة الكلية		J	$E_k = \frac{1}{2}\,m\,v^2$ $= \frac{GMm}{2r}$	طاقة الحركة
m	$r^3 = \frac{T^2\,GM}{4\,\pi^2}$	نصف قطر مدار القمر		s	$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$	الزمن الدوري للقمر

Mohamed Galal

أفكار المسائل

كيفية حل أي مسألة

1- استخراج المعطيات و كتابتها في هامش برموزها

2- التأكد من الوحدات

الكمية	الكتلة	المسافة	الزمن	السرعة	الطاقة
الوحدة	Kg	m	s	m/s	J
التحويلات	g = 10^{-3} Kg	Cm = 10^{-2} m Km = 10^{3} m	Min = 60 s h = 60x60 s year = 365x24x60x60s	Km/h = 5/18 m/s	KJ =10^{3} J MJ = 10^{6} J

3- يجب استنتاج كميات أخرى من المعطيات

4- كتابة القانون و التعويض فيه لإيجاد الناتج

أولا الحركة الدائرية

امثلة محلولة

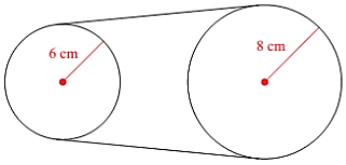
1- جسم كتلته 400g يتحرك في مسار دائري نصف قطره 10cm بقوة ثابتة مقدارها 100 N احسب سرعته الزاوية

2- ما إطار دراجة نصف قطره 0.35m تحركت بسرعة منتظمة مسافة 50m دون انزلاق خلال زمن قدره 10 S احسب السرعة الزاوية لنقطة على محيط إطار الدراجة

Mohamed Galal

3- ما التسارع المركزي لجسم يتحرك في دائرة نصف قطرها 2cm ليصنع 4 دورات في الثانية

4- ركب طالب كتلته 70kg عجلة فيريس الدورانية التي يبلغ قطرها 40m، بحيث يقوم بدورة واحدة كاملة كل 50 ثانية , احسب القوة الجاذبة المركزية



5- الشكل المقابل يوضح بكرتان مختلفتا الأقطار(6 cm, 8cm) يدوران معا بحزام مطاطي فإذا كانت البكرة الصغيرة تدور بمعدل 200rmp ، ما تردد البكرة الكبرى

6- سيارة سباق كتلتها (1200 Kg) تكمل دورة كاملة على مضمار دائري بزمن قدره (40 s) ، نصف قطر المضمار (100 m) . احسب :

A – العجلة المركزية للسيارة و حدد اتجاها.

B – قوة الاحتكاك المؤثرة على السيارة و حدد اتجاها

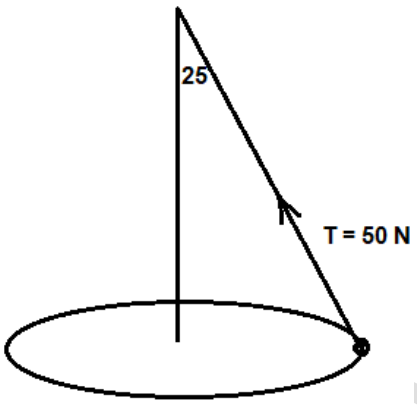
Mohamed Galal

7- تدور سيارة كتلتها 1000kg في مسار دائري افقي نصف قطره 40 m , فإذا كان معامل الاحتكاك بين الإطارات و الطريق 0.4 , احسب

A. سرعة السيارة الخطية
B. السرعة الزاوية
C. التسارع المركزي للسيارة

علما بان (g = 9.8 m/s)

8- كرة مربوطة بخيط طوله 1 m تدور بشكل دائري كما هو موضح في الشكل إذا كانت قوة الشد 50 N احسب



a) وزن الجسم
b) القوة الجاذبة المركزية
c) السرعة المماسّية للكرة
d)

Mohamed Galal

قانون نيوتن للجاذبية

$$F = \frac{G\, m_1\, m_2}{r^2}$$

من القانون نستنتج الاتي نستنتج الاتي

- ✓ عندما تزداد المسافة بين الجسمين الى الضعف فان قوة التجاذب تقل الى الربع
- ✓ عندما تزداد احدى الكتلتين الى الضعف فإن القوة تزيد الى الضعف
- ✓ عندما تزداد كل من الكتلتين الى الضعف فإن القوة تزيد الى أربعة أمثال قيمتها

أفكار المسائل

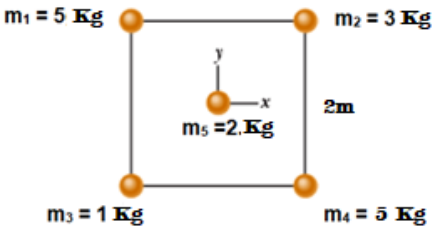
1-- مسائل التعويض المباشر في القانون

مثال- جسمين لهما نفس الكتلة والمسافة بينهما 12.5cm فإذا كانت قوة الجذب المتبادلة بينهما $13.34x10^{-11}$ N احسب كتلة كل منهما علما بأن $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$

مثال الشكل التالي يوضح أربعة كرات موضوعة على رؤس مربع

احسب القوة المحصلة المؤثرة على الكتلة المركزية m_5 علما بان

$G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$



2- في حالة ثلاثة اجسام A,B,C موضوعة على خط واحد ومطلوب حساب القوة المؤثرة على الجسم (B)

الحل

نحسب كل من F_{AB} و F_{CB} من قانون نيوتن للجاذبية ثم نحسب القوة المحصلة

$$F_{net} = F_{AB} - F_{CB}$$

او العكس ويكون اتجاه القوة المحصلة في اتجاه القوة الأكبر

Mohamed Galal

3- في حالة ان تكون القوة المحصلة تساوي صفر اذا $F_{AB} = F_{CB}$

و في هذه الحالة :-

$$\frac{m_A}{r_{AB}^2} = \frac{m_b}{r_{CB}^2}$$

و في حالة إعطاء المسافة الكلية (d) بين A, C تكتب العلاقة كالتالي

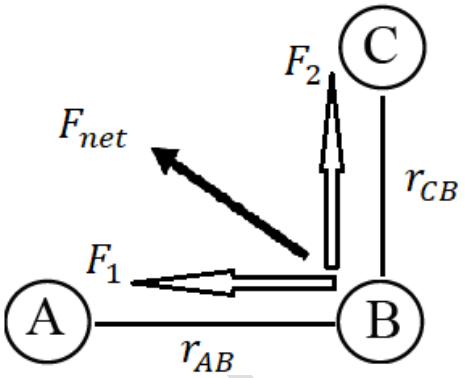
$$\frac{m_A}{x^2} = \frac{m_b}{(d-x)^2}$$

وبالتالي يمكن حساب بعد الجسم B عن كل من A,B

2- وضع جسمين (A=10kg) و (B=40 kg) على مسافة 10m من بعضهما ثم وضع جسم اخر C عند نقطة على الخط الواصل بينهما بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة عليه تساوي صفرا . احسب المسافة بين الجسم C و الجسم A علما بأن $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$

4- في حالة حساب القوة المحصلة المؤثرة على الجسم C مثلا نحسب القوتين F_{AC} و F_{BC} ثم نحسب القوة المحصلة

$$F_{net} = F_{AC} + F_{BC}$$



5- في حالة ان تكون الاجسام الثلاثة في وضع متعامد

تتأثر الكتلة B بقوتين كما بالشكل و في هذه الحالة

نحسب كل من F_1 و F_2 من قانون نيوتن ثم نحسب القوة المحصلة من العلاقة

$$F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

ويمكن تحديد اتجاه القوة من $\theta = tan^{-1} \frac{F_2}{F_1}$

شدة مجال الجاذبية

1- عند سطح الأرض $g = \frac{G\,M}{R^2}$

2- على ارتفاع h من سطح الأرض $g = \frac{G\,M}{(R+h)^2}$

مثال: احسب شدة مجال الجاذبية عند نقطة على ارتفاع 4000 km من سطح الأرض اذا علمت ان(M_E = 6×10^{24}kg , R_E = 6400 km , G = $6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$)

3- تستخدم العلاقة التالية للمقارنة بين شدة مجال الجاذبية عند سطحي كوكبين

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{m_1 \times R_2^2}{m_2 \times R_1^2}$$

مثال: احسب شدة مجال الجاذبية عند سطح القمر, اذا علمت ان كتلة الأرض تساوي 78.9 مرة مثل كتلة القمر و ان نصف قطر الأرض يساوي 3.66 مرة مثل نصف قطر القمر و ان شدة مجال الجاذبية عند سطح الأرض (g = 9.8N/kg)

4- في حالة المقارنة بين شدة مجال الجاذبية عند سطح كوكب g و عند نقطة تقع على ارتفاع h من سطح الكوكب g_p , نستخدم هذه العلاقة

$$\frac{g_p}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

مثال: اذا كانت شدة الجاذبية على سطح الأرض 9.8N/kg, احسب شدة الجاذبية عند نقطة على ارتفاع يساوي (h = 2R) ضعف نصف قطر الأرض من سطح الأرض؟

Mohamed Galal

جهد الجاذبية

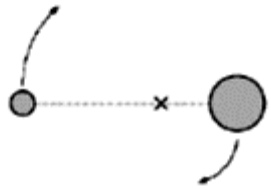
$$V_G = -\frac{G\,M}{r}$$

$$V_G = \frac{E_p}{m}$$

$$E_p = -\frac{G\,M\,m}{r}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2\,GM}{r}}$$

مثال الشكل التالي يوضح نجمين كتلة احدهما 3M و الاخر M و المسافة بينهما r احسب طاقة الوضع التجاذبية للنجمين



مثال يمتلك جسم طاقة وضع 600J عند نقطة في مجال الجاذبية جهدها 50J/kg , احسب كتلة الجسم

مثال اذا كان جهد الجاذبية عند نقطة تبعد مسافة 10^7m عن مركز كوكب كبير هي 6.4J/kg , احسب كتلة الكوكب؟ $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ Kg^{-2}$

Mohamed Gal

مثال احسب سرعة الإفلات لجسم من على سطح كوكب كتلته تساوي 4 مرات مثل كتلة الأرض و نصف قطره ضعف نصف قطر الأرض علما بان $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N\ m^2$ ، $R = 6.4 \times 10^6\ m$, $Me = 6 \times 10^{24}\ Kg$ Kg^{-2}

مثال جهد الجاذبية الأرضية عند النقطة A يبلغ 7- kJ/Kg وعند النقطة B يبلغ 3- kJ/Kg احسب التغيّر في طاقة الوضع التجاذبية لجسم كتلته 4kg عندما يُنقَل من النقطة A إلى النقطة B.

مثال صاروخ كتلته 200kg ساكن على سطح كوكب يبلغ جهد الجاذبية على سطحه 50- MJ/kg.

a. احسب طاقة الوضع التجاذبية للصاروخ على سطح الكوكب.

b. احسب سرعة إفلات الصاروخ.

Mohamed Galal

الحركة المدارية

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

مثال قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع 3600 km من سطح الأرض احسب سرعته المدارية علما بان ($G = 6.67 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ Kg^{-2}$, $R = 6.4 \times 10^6\ m$, $Me = 6 \times 10^{24}\ Kg$)

ملاحظات

a) السرعة المدارية لا تعتمد على كتلة القمر الصناعي و بالتالي الاقمر المختلفة في الكتلة لها نفس السرعة في نفس المدار

b) كلما زاد نصف قطر المدار للقمر الصناعي كلما قلت سرعته المدارية حيث ($v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$)

و بالتالي $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$

مثال قمران A, B يدوران حول الأرض في مداريين مختلفين فإذا كانت النسبة بين السرعة المدارية للقمر A الى سرعة المدارية للقمر B هي $\frac{5}{3}$ احسب نصف قطر مدار القمر B اذا كان نصف قطر مدار القمر A يساوي 10000 K/m

Mohamed Galal

الزمن الدوري المداري

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

مثال احسب الزمن الدوري المداري لجسيم يدور حول كوكب زحل اذا كان نصف قطر مداره يساوي 1.4×10^8 m و كتلة الكوكب 5.69×10^{26} kg ($G = 6.67 \times 10^{-11}$ N m^2 Kg^{-2})

حساب نصف قطر المدار

$$r^3 = \frac{T^2\, GM}{4\,\pi^2}$$

مثال قمر صناعي يدور حول الأرض زمنه الدوري 24 ساعة , احسب ارتفاع القمر عن سطح الأرض علما بان ($G = 6.67 \times 10^{-11}$ N m^2 Kg^{-2} , $R = 6.4 \times 10^6$ m , $Me = 6 \times 10^{24}$ Kg)

Mohamed Galal

العلاقة بين طاقة الوضع و الحركة و الطاقة الكلية للقمر

طاقة الوضع $E_p = -m\,V_G = -\frac{GMm}{r}$

طاقة الحركة $E_k = \frac{1}{2}\,m\,v^2 = \frac{GMm}{2r}$

الطاقة الكلية $E = -\frac{GMm}{2r}$

من العلاقات السابقة نستنتج التالي

a) طاقة الحركة = - الطاقة الكلية
b) طاقة الوضع = 2 x الطاقة الكلية
c) طاقة الوضع = - 2 x طاقة الحركة

مثال قمر صناعي يدور حول الأرض اذا كانت طاقته الكلية J 30000- احسب طاقة وضعه التجاذبية ثم احسب طاقة حركته

Mohamed Galal

الوحدة الثانية

الحركة الاهتزازية

أولا التعاريف الهامة

1- الحركة التوافقية البسيطة

هى حركة اهتزازية تتناسب فيها قوة الارجاع طرديا مع الازاحة الحادثة للجسم و تكون دائما في اتجاه معاكس لها (عند اهمال الاحتكاك)

2- الازاحة (x)

هى المسافة بين الجسم المهتز و موضع الاتزان عند اي لحظة زمنية

3- سعة الاهتزازة (A)

هى الازاحة القصوى عن موضع اتزان الجسم المهتز

4- الطور phase

هو موقع الجسم المهتز في لحظة معينة بالنسبة الى دورته الكاملة

5- التخامد

هو نقص سعة الجسم المهتز بمرور الزمن بسبب الاحتكاك

6- التخامد تحت الحد (الخفيف)

هو النظام الذي تقل فيه سعة الاهتزازة بمرور الوقت بسبب الاحتكاك مع ثبات التردد

7- التخامد فوق الحد

هو نظام يعود فيه الجسم المهتز الى موضع الاتزان (ببطء) بعد فترة زمنية طويلة

8- التخامد الحرج

هو نظام تخامد يعود فيه الجسم المهتز الى موضع الاتزان في اقصر فترة زمنية دون اهتزاز

9- الاهتزازات القسرية

هي الاهتزازات التي يتم فيها نقل طاقة الى النظام المهتز لتعويض الطاقة الضائعة بسبب الاحتكاك عن طريق قوة دورية تعمل في نفس اتجاه حركة

10- القوة الدورية

هي قوة خارجية تتغير دوريا مع مرور الزمن (بمعنى لها تردد زاوي)

11- التردد الطبيعي

هو تردد أي نظام مهتز في حالة ما لم تؤثر عليه قوة خارجية الجسم

Mohamed Galal

12- الرنين

هو ظاهرة تحدث في الأنظمة المهتزه عندما تتساوي تردد القوة الخارجية الدورية مع التردد الطبيعي للجسم مما يؤدي الى زيادة السعة بشكل كبير

ثانيا فسر

1- تفضل ساعات الكوارتز عن الساعات الميكانيكية

لانها اكثر دقة حيث يصل مقدار الخطأ ثانية كل 100 عام و لا تحتاج الى الضبط يوميا

2- تتميز ساعات الكوارتز بالدقة العالية

لان بلورة الكوارتز تتميز بثبات ترددها و زمنها الدوري حتى بتغير درجات الحرارة و فرق الجهد قليلا

3- في الحركة التوافقية البسيطة يستمر الجسم بالاهتزاز بالرغم انعدام قوة الارجاع عند موضع الاتزان

و هذا بسبب خاصية القصور الذاتي

4- يزداد الزمن الدوري للبندول عند نقله من سطح الأرض الى القمر

لان الزمن الدوري للبندول يتناسب عكسيا مع شدة مجال الجاذبية $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

5- معظم أنظمة الاهتزاز الحقيقية ليست أنظمة مغلقة

لان النظام يفقد طاقة بسبب الاحتكاك

6- معظم الأنظمة المهتزه الحقيقية أنظمة متخامدة

بسبب الاحتكاك الذي يؤدي الى فقد الطاقة

7- الأرجوحة ولوحة الغطس وأوتار الجيتار تشكل كلّها أمثلة على أنظمة تخامُد تحت الحدّ

لان سعة الاهتزاز تقل تدريجيا مع مرور الزمن حتى تتوقف

8- تعد مخمدات الأبواب (نظام غلق الأبواب) من أنظمة التخامد فوق الحد

لانها تقلل من سرعة الأبواب و تتوقف دون ان تهتز

9- تعد ممصات الصدمات في السيارات مثالا على التخامد الحرج

لانها ترجع السيارة الى وضعها الأصلي في اقصر زمن ممكن دون اهتزاز

10- يعتبر اهتزاز بندول الساعة من الاهتزازات القسرية

و هذا لانه يتم مده بطاقة لتعويض الطاقة الضائعة بسبب الاحتكاك

11- يؤدّي تأثير قوة دورية في نظام بتردُّد مساوٍ لتردُّده الطبيعي إلى حدوث رنين.

لان سعة الاهتزاز الناتجة تزداد

70205168

Mohamed Galal

12- يستطيع بعض المطربين تحطيم كاس زجاجية بالغناء ؟

عندما يتساوى تردد موجات صوت المطرب مع التردد الطبيعي للزجاج فيحدث رنين و تصبح سعة الاهتزاز لجزئيات الزجاج كبيرة جدا و لذلك يتحطم الكأس الزجاجي

13- يهتم المهندسون دائما بتأثير الرنين عند تصميم الإنشاءات كالمباني و الجسور

و هذا لحماية المباني من الدمار بسبب ظاهرة الرنين عندما تتساوي تردد الرياح مع التردد الطبيعي للإنشاءات

14- يعلق بندول ضخم في المباني الشاهقة

للحفاظ على اتزان المباني عند حدوث اهتزازات ذات سعة كبيرة

15- يوضع جهاز مخمد كتلة في المباني

للحفاظ على اتزان المبنى عند حدوث اهتزازات ذات سعة كبيرة بفعل الرياح و الزلازل

16- تصمم مكبرات الصوت بحيث يكون تردها الخاص اقل من ترددات موجات الصوت التي ترسلها

لتجنب الرنين الغير الرغوب فيه

17- تحطم جسر تاكوما

و هذا بسبب ظاهرة الرنين حيث تساوى التردد الاهتزازي للرياح مع التردد الطبيعي للجسر

18- تعتمد فكرة تسخين الطعام بأفران الميكروويف على ظاهرة الرنين

لانه عندما يتطابق تردد موجات الفرن مع تردد جزيئات الطعام يحدث رنين و تزداد سعة الاهتزاز فيسخن الطعام

19- يعمل المذياع على مبدأ الرنين

حيث يتم اختيار المحطة الاذاعية عندما تتطابق تردد المحطة مع تردد جهاز الاستقبال

20- لا يسير الجنود بخطى منتظمة على الجسور

لتجنب ظاهرة الرنين و التي تؤدي الى تحطم الجسر

ماذا يحدث في الحالات التالية

1- زيادة طول البندول المهتز

يزداد الزمن الدوري للبندول و يقل التردد

2- زيادة الكتلة في نظام كتلة نابض

يزداد الزمن الدوري و يقل التردد

3- زيادة سعة الاهتزاز للبندول

تزداد طاقة البندول

Mohamed Galal

4- نقص سعة الاهتزاز

تنقص طاقة الجسم المهتز ويحدث له تخامد

5- سرعة الجسم المهتز عند المرور بموضع الاتزان

تكون قيمة عظمى

6- طاقة الوضع عندما يمر الجسم بموضع الاتزان

تساوي صفر

7- الطاقة الكلية عندما يتحرك الجسم المهتز في اتجاه موضع الاتزان

تظل ثابتة

8- تسارع الجسم عند اقصى إزاحة

تكون قيمة عظمى

9- تساوي تردد القوة الدورية مع التردد الطبيعي للجسم

يحدث الرنين و تكون السعة قيمة قصوى

10- عندما يفقد الجسم المهتز طاقة بسبب الاحتكاك

تقل سعة الاهتزاز و يحدث تخامد

11- تتساو سعة القوة الدافعة الدورية مع سعة الجسم المهتز

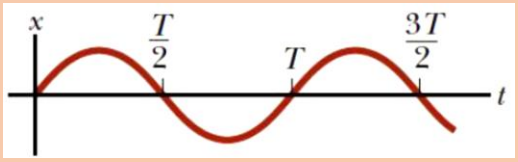
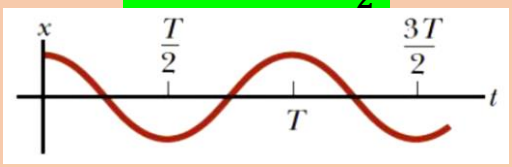
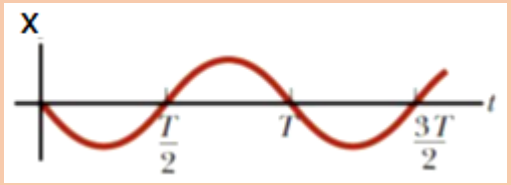
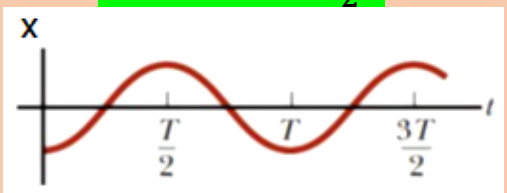
يصبح التردد منخفض جدا

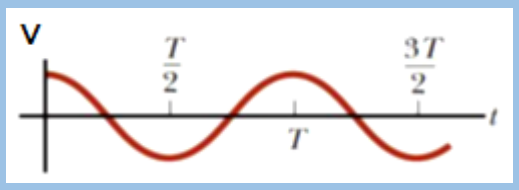
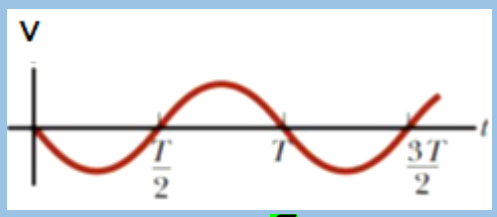
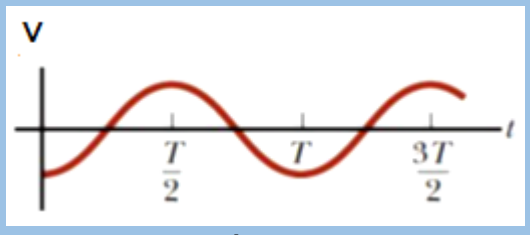
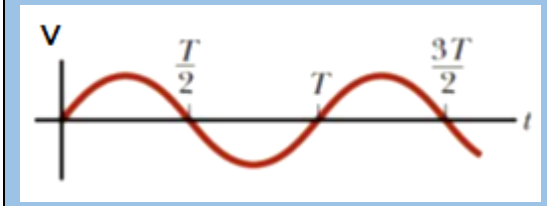
12- عند النقر على أوتار الجيتار

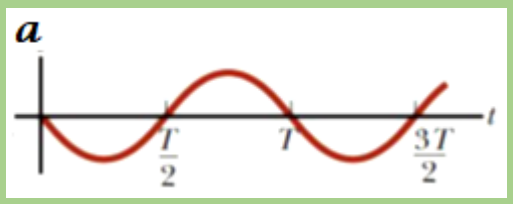
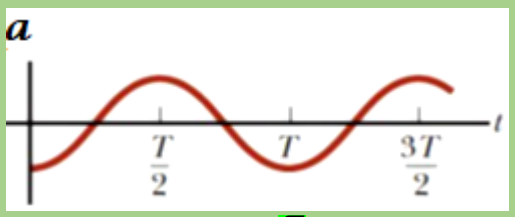
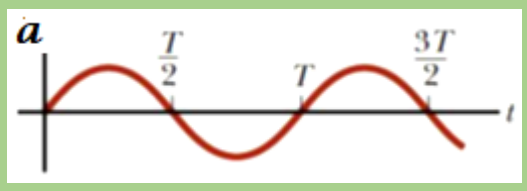
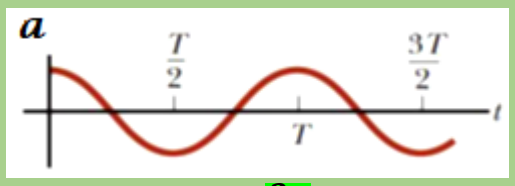
يحدث رنين للهواء في جوف الجيتار و يتضخم الصوت

Mohamed Galal

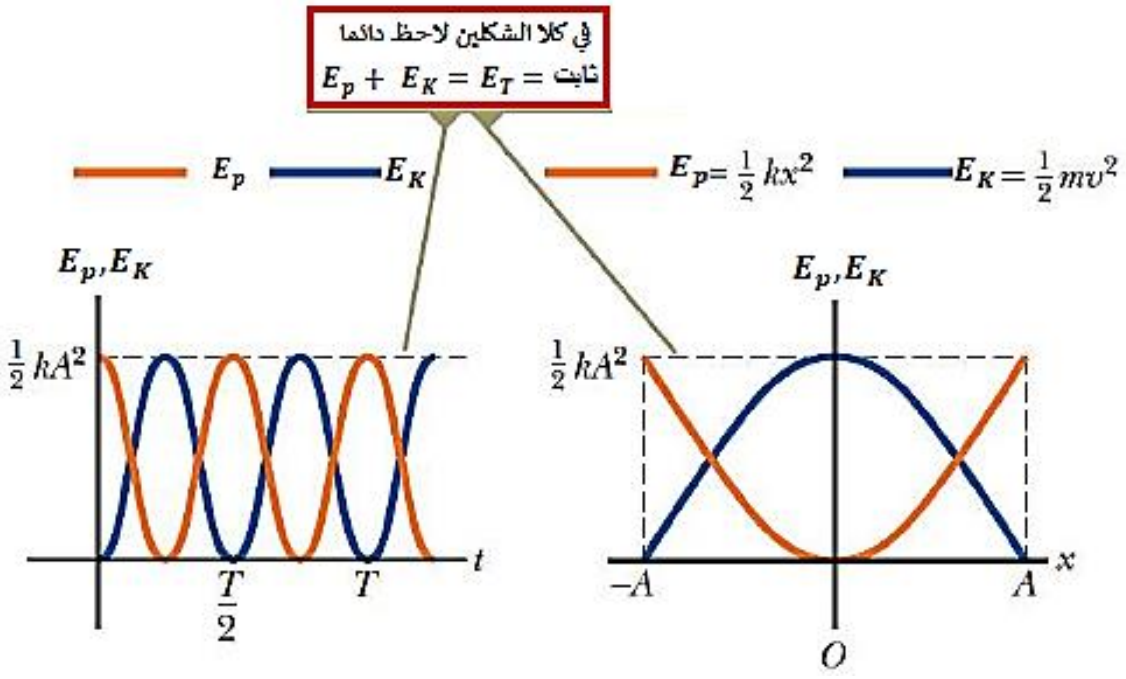
المنحنيات

المعادلات	بداية الحركة من موضع الاتزان(X=0)	
معادلة الازاحة – الزمن و ثابت الطور	$x = A\sin(\omega t)$  $\phi = 0$	$x = A\sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$  $\phi = \frac{\pi}{2}$
	$x = A\sin(\omega t + \pi)$  $\phi = \pi$	$x = A\sin(\omega t + \frac{3\pi}{2})$  $\phi = \frac{3\pi}{2}$

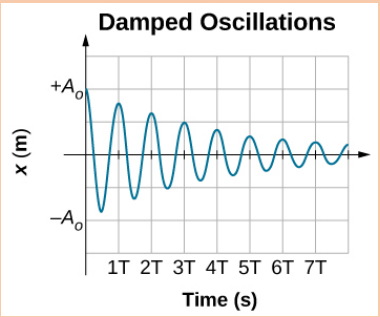
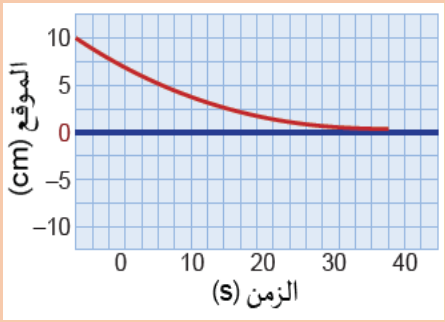
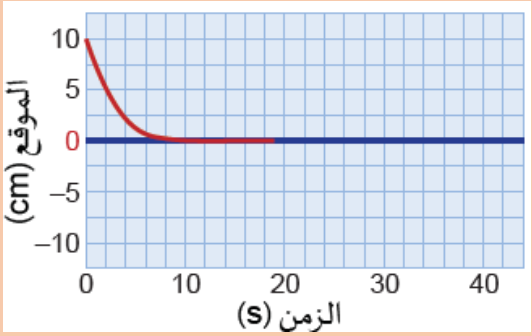
المعادلات		
معادلة السرعة – الزمن و ثابت الطور	$v = \omega A\cos(\omega t)$  $\phi = 0$	$v = \omega A\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$  $\phi = \frac{\pi}{2}$
	$v = \omega A\cos(\omega t + \pi)$  $\phi = \pi$	$v = \omega A\cos(\omega t + \frac{3\pi}{2})$  $\phi = \frac{3\pi}{2}$

معادلة التسارع – الزمن و ثابت الطور	$a = -\omega^2 A \sin(\omega t)$  $\phi = 0$	$a = -\omega^2 A \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$  $\phi = \frac{\pi}{2}$
	$a = -\omega^2 A \sin(\omega t + \pi)$  $\phi = \pi$	$a = -\omega^2 A \sin(\omega t + \frac{3\pi}{2})$  $\phi = \frac{3\pi}{2}$

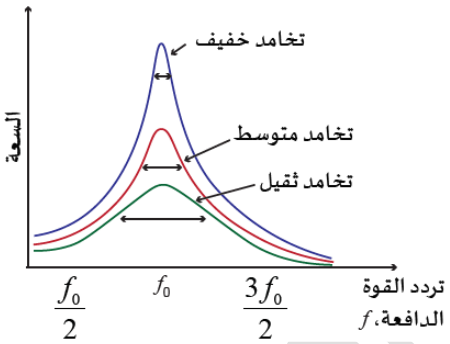
الرسم البياني التالي يوضح التغير في طاقتي الوضع و الحركة في الحركة التوافقية البسيطة



أنواع التخامد

التخامد البسيط	التخامد فوق الحد	التخامد الحرج
		

منحنى الرنين



قوانين و مسائل

1- الزمن الدوري و التردد

الكمية	نظام كتلة نابض	البندول البسيط
الزمن الدوري	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
	$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{k_2}{k_1}}$; $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$	$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}}$; $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$
	$\omega = \pm\sqrt{\frac{K}{m}}$	$\omega = \pm\sqrt{\frac{g}{l}}$
التردد	$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$	$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$
	$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$	$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

1- مسائل على الزمن الدوري و التردد

1- نابض راسي تتدلى منه كتلة مقدارها 2kg ,فاذا كان ثابت النابض يساوي 200N/m . احسب الزمن الدوري للنابض و التردد

2- نظام كتلة نابض كتلته 6kg و يهتز بتردد 0.5 Hz,احسب تردد النابض اذا استبدلت الكتلة باخرى 2kg

3- بندول بسيط يهتز ابزمن ادوري 2s احسب

a) طول خيط البندول ؟($g=9.8m/s^2$)
b) تردد البندول اذا زاد طول البندول للضعف؟

2- مسائل على معادلات التغير في الازاحة و السرعة او التسارع مع الزمن

1- اذا كانت معادلة الازاحة لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة هي $x = 5\sin\pi(t+4)$

احسب

a) سعة الاهتزازة
b) الزمن الدوري للجسم المهتز ؟
c) الطور
d) احسب الازاحة بعد زمن 0.5 s

Mohamed Galal

2- اذا كانت معادلة موضع جسم مع الزمن لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة هي
$$x = 4\sin(3\pi t + \pi)$$
احسب

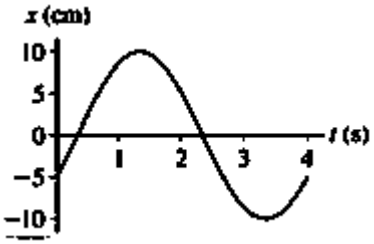
1. السعة و الزمن الدوري و ثابت الطور
2. اكتب معادلات السرعة و التسارع للجسم بالنسبة للزمن
3. اقصى سرعة و اقصى تسارع

3- جسم يتذبذب بحركة توافقية بسيطة فإذا كانت معادلة التسارع-الزمن للجسم هي

$a = -20\pi^2 \sin(4\pi t)$ احسب

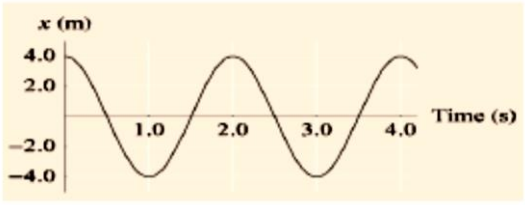
A. سعة الاهتزازة
B. التردد الزاوي
C. السرعة العظمى
D. السرعة عند إزاحة 0.75m

4- الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين الازاحة و الزمن لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة من الرسم اوج التالي



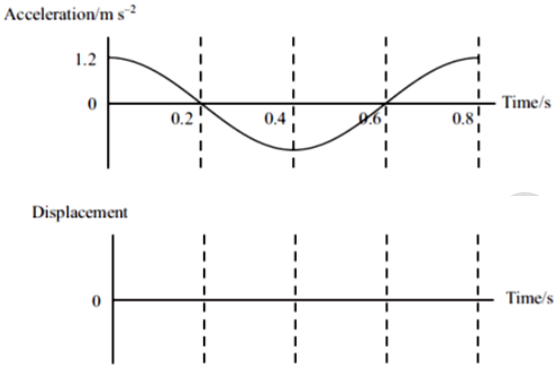
A. سعة الاهتزازة
B. التردد الزاوي
C. ثابت الطور
D. اكتب معادلة السرعة

5- الرسم البياني المقابل لكتلة نابض يتحرك حركة توافقية بسيطة باستخدام الرسم المقابل احسب التالي علما بان ثابت النابض (k=2.4N/m)



A. كتلة الكرة
B. اكتب معادلة الازاحة- الزمن
C. سرعة الجسم عندما (t=1.5s)
D. تسارع الجسم عند إزاحة 2m

6- الرسم البياني يوضح العلاقة بين التسارع و الزمن لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة من الرسم البياني احسب



A. سعة الاهتزازة و اقصى سرعة
B. ارسم العلاقة بين الازاحة و الزمن لهذا الجسم

Mohamed Galal

مسائل كلامية

1- تحرك جسم حركة توافقية بسيطة بزمن دوري 0.1s فإذا كانت اقصى إزاحة للجسم 10cm , احسب

A. إزاحة الجسم بعد 0.08s
B. سرعة الجسم عند هذا الزمن
C. اقصى تسارع للجسم

2 -نظام كتلة نابض كما بالشكل كتلته 3kg و ثابت صلابة 1200N/m يتحرك حركة توافقية بسيطة فإذا كان اقصى تسارع للكتلة ($4\pi\ m/s^2$) احسب

1. الزمن الدوري
2. سعة الاهتزازة

3- احسب إزاحة جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة عندما تصبح سرعته تساوي نصف سرعته القصوى

4- جسم يتحرك حركة توافقية بسيط فإذا كان اقصى تسارع $10m/s^2$ و اقصى سرعة له 4m/s احسب سعة الاهتزازة ؟

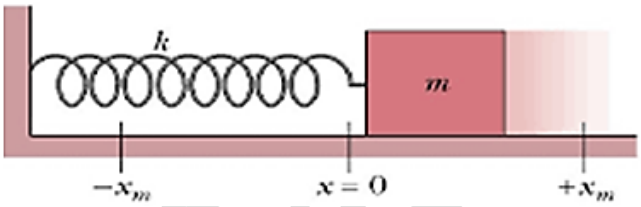
Mohamed Galal

الطاقة

الطاقة	بدلالة الزمن	بدلالة الازاحة
طاقة الحركة	$E_k = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t)$ $E_k = \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t)$	$E_k = \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - x^2)$ $E_k = \frac{1}{2} k(A^2 - x^2)$
طاقة الوضع	$E_p = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t)$ $E_p = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2(\omega t)$	$E_p = \frac{1}{2} kx^2$
الطاقة الكلية	$E_t = E_{p\,max} = E_{k\,max} = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$ $E_t = E_{p\,max} = E_{k\,max} = \frac{1}{2} k A^2$	
متى تتساوى طاقة الوضع و الحركة	$t = \frac{\tau}{8}, \frac{3\tau}{8}, \frac{5\tau}{8}$	$x = \frac{\sqrt{A}}{2}$

مسائل

1-الشكل المقابل يوضح نظام كتلة نابض كتلته 20 kg

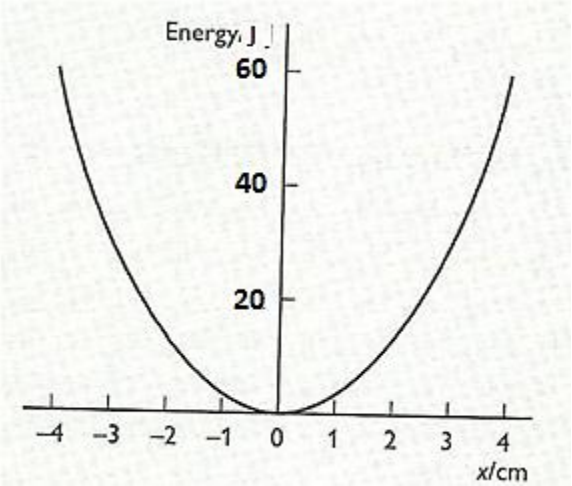


يتحرك حركة توافقية بسيطة عند إزاحة (x=+2cm) كانت طاقة حركته , 3J و طاقة وضعه 2J احسب

A. ثابت النابض
B. التردد الزاوي
C. سعة الاهتزازة

Mohamed Gal

2- الشكل المقابل يوضح العلاقة بين طاقة الوضع و الازاحة لكتلة نابض (m=75kg) يتحرك حركة توافقية بسيطة باستخدام الشكل احسب



A. ثابت النابض
B. الازاحة عندما تتساوى طاقة الحركة و الوضع
C. طاقة الحركة عند إزاحة (1cm)
D. ارسم على الشكل العلاقة بين طاقة الحركة و الازاحة
E. احسب الزمن الدوري للحركة
F. ارسم العلاقة بين طاقة الوضع و الزمن لهذه الحركة

3- نظام كتلة نابض يتحرك حركة توافقية بسيطة اذا كانت طاقة الحركة عند نقطة تساوي نصف طاقة الوضع احسب إزاحة هذه النقطة عن موضع الاتزان علما بان سعة الاهتزازة 4cm

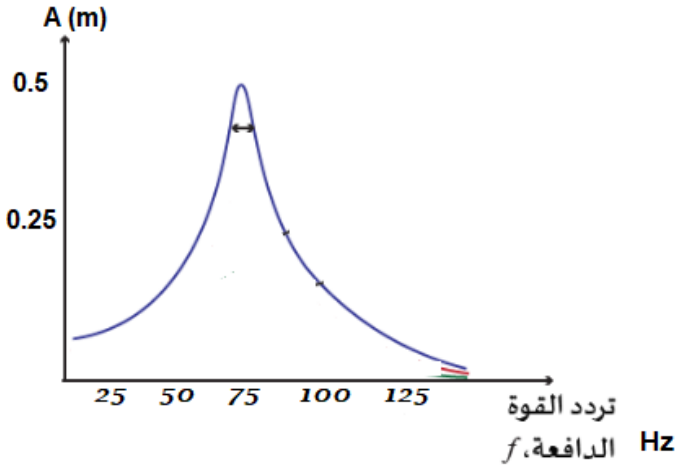
Mohamed Galal

4- جسم كتلته 1kg يتحرك حركة توافقية بسيطة ، إذا كانت الازاحة (x) عند زمن (t) تعطى بالعلاقة $x = 6\sin(100t + \frac{\pi}{4})$ احسب الطاقة الكلية للجسم ؟

5- الشكل المقابل يوضح العلاقة بين تردد قوة دورية و السعة لنظام كتلة نابض ثابت النابض له 100N/m

احسب

a) التردد الزاوي في حالة الرنين
b) كتلة الجسم
c) الطاقة الكلية للجسم في حالة الرنين



Mohamed Galal