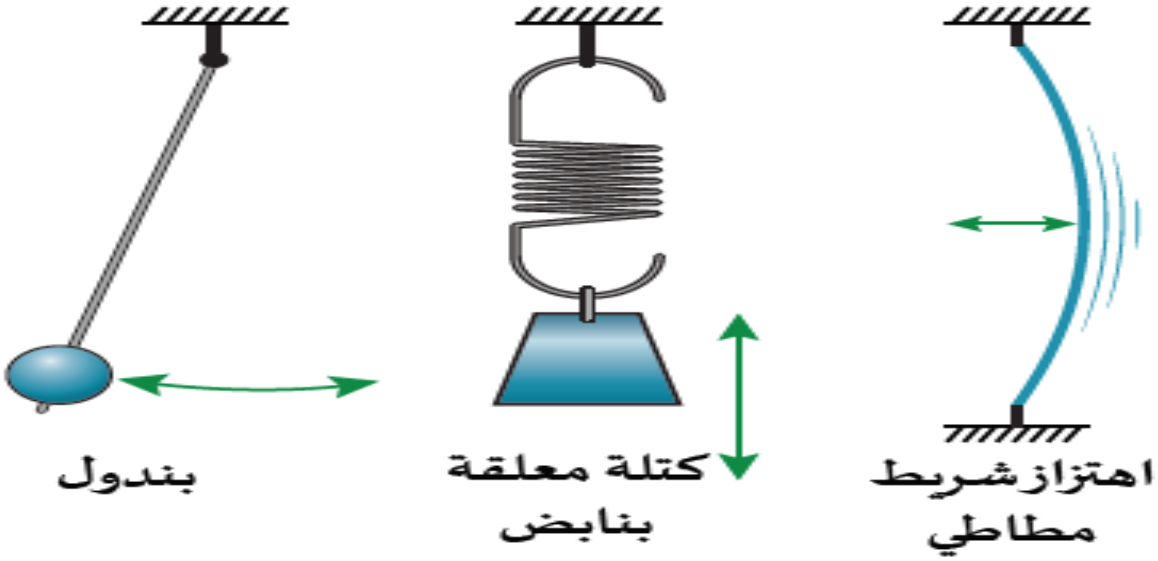
الوحدة الثانية

الاهتزازات والخصائص المتقدمة للموجات



الحركة الاهتزازية:

هي حركة دورية يتحرك فيها الجسم المهتز على جانبي موضع سكونه (اتزانه).

أمثلة على الحركة الاهتزازية:

1. اهتزاز كتلة معلقة بنابض.
2. اهتزاز بندول بسيط.
3. اهتزاز الذرات في المواد الصلبة حول موضع ثابتة.

ما أهمية دراسة الحركة الاهتزازية في الدراسة المستقبلية؟

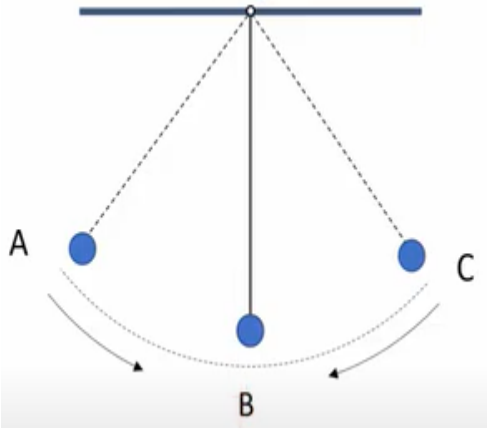
.....

.....

.....

.....

مفاهيم الحركة الاهتزازية



الاهتزازة: هي حركة الجسم المهتز على جانبي موضع اتزانه

موضع الاتزان: هو موضع استقرار الجسم المهتز وفيه تكون محصلة القوى تساوي صفر.

الإزاحة(x): تحدد موقع الجسم في زمن معين بعيداً عن موضع الاتزان.

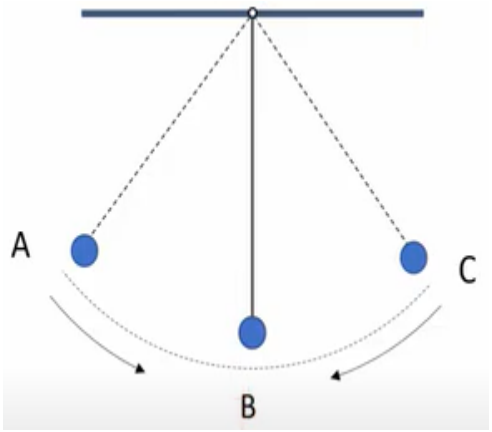
السعة (A): هي أقصى إزاحة للجسم المهتز عن موضع اتزانه.

الاهتزازة الكاملة: هي حركة الجسم المهتز عندما يمر بنقطة ما في مسار حركته مرتين متتاليتين في اتجاه واحد.

عندما يهتز الجسم اهتزازة كاملة فإنه يقطع مسافة تساوي 4A.

قوة الإرجاع: هي القوة التي تؤثر على الجسم المهتز وتعمل على إعادته إلى موضع اتزانه، وتكون دائما في اتجاه نقطة الاتزان. وتكون قيمتها صفر عند موضع الاتزان.

استكشاف الحركة الاهتزازية



س1: كيف تتغير إزاحة الجسم المهتز بالنسبة إلى موضع الاتزان خلال حركته الاهتزازية؟

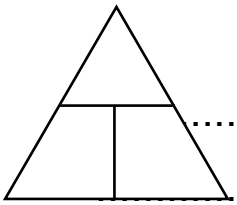
.....

.....

س2: كيف نقيس الزمن الدوري لجسم مهتز؟

.....

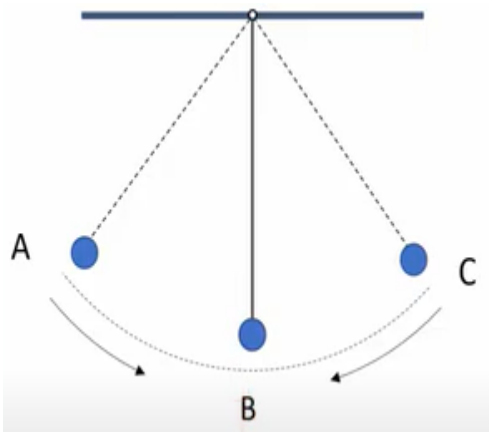
.....



س3: ما هو تعريف الزمن الدوري للحركة الاهتزازية؟ وكيف يتم حسابه؟

.....

.....



س4: هل تتسارع الأجسام المهتزة؟ ولماذا؟

.....

.....

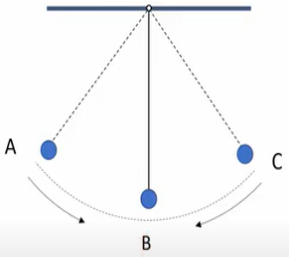
س5: عند أي موضع يكون تسارع الجسم المهتز عند قيمته القصوى؟ وأين تصبح قيمته صفراً ؟

.....

.....

س6: عند أي موضع يكون سرعة الجسم المهتز عند قيمته القصوى؟ وأين تصبح قيمته صفراً؟

.....



س7: لماذا يستمر الجسم المهتز بالاهتزاز بعيداً عن موضع اتزانه على الرغم من انعدام قوة الارجاع عند الموضع B؟

.....

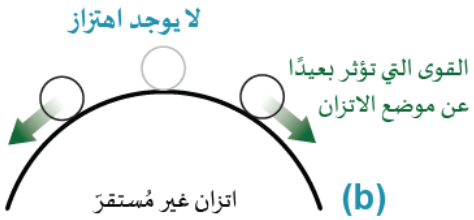
.....

خصائص الأنظمة المهتزة:

1. يكون للنظام موضع اتزان يكون في مستقراً، وتنعدم في القوة المحصلة المؤثرة على الجسم المهتز.
2. يمتلك النظام مصدراً لقوة إرجاع تميل إلى إعادة النظام باتجاه موضع الاتزان.
3. يحتوي النظام على خاصية القصور الذاتي التي تساهم في استمرار اهتزازه بعيداً عن موضع اتزانه.

قوة الإرجاع في الأنظمة المهتزة:

في الشكل a تستمر الكرة بالحركة والاهتزاز حول موضع الاتزان بسبب وجود قوة الإرجاع لذلك يسمى اتزاناً مستقراً.



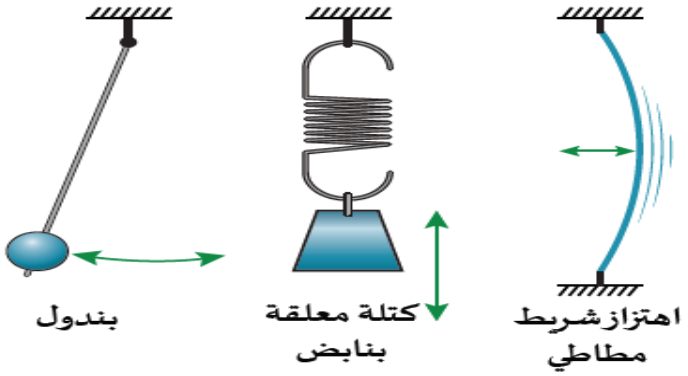
في الشكل b يكون الاتزان غير مستقراً لعدم وجود قوة إرجاع

الحركة التوافقية البسيطة:

هي حركة اهتزازية تتناسب فيها قوة الإرجاع طرديا مع الإزاحة وباتجاه معاكس لها.

أمثلة على الحركة التوافقية البسيطة:

1. حركة شريط مطاطي.
2. حركة كتلة معلقة بنابض.
3. حركة البندول البسيط.



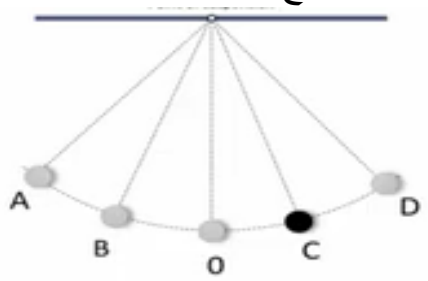
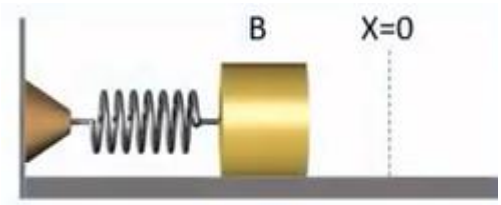
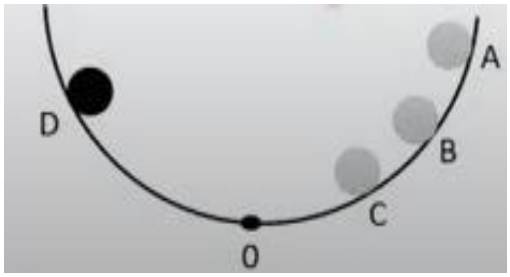
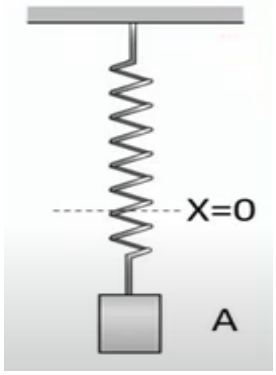
س1: أي مما يأتي ليس مثالًا على الحركة التوافقية؟

a. تدحرُج كُرة إلى أسفل منحدر.
b. تأرجُح بندول.
c. حركة المكابس في مُحرِّك سيّارة.
d. حركة كتلة مُعلَّقة في نهاية نابض.

س2: تبلغ المسافة بين النقطتين العليا والسفلى لحركة كتلة مُعلّقة بنابض مُهتزّ 20 cm. كم تبلغ سعة حركتها؟

a. 10 cm
b. 20 cm
c. 30 cm
d. 40 cm

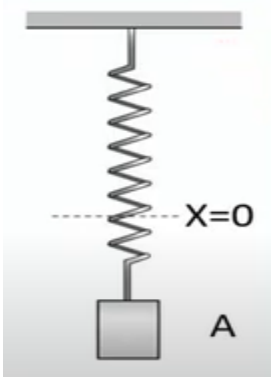
س3: حدد اتجاه قوة الإرجاع للجسم المهتز في كل حالة من الحالات التالية:

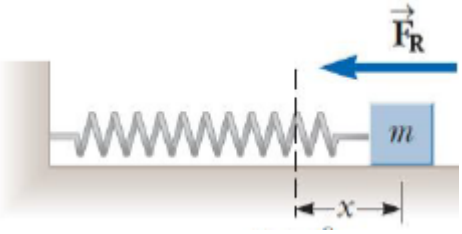
1. عند الموضع c 	2. عند الموضع B 
3. عند الموضع D 	4. عند الموضع A 

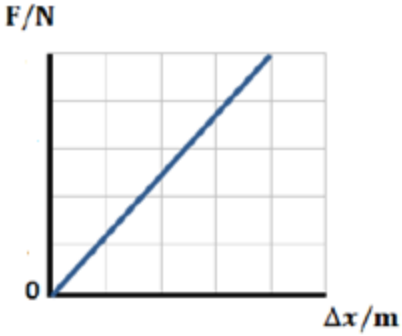
أولا: نظام اهتزاز الكتلة والنابض

قانون هوك:

حركة ينص قانون هوك على أن القوة F التي يطبقها النابض تتناسب طرديا مع استطالته (أو انضغاطه) x وعكسيا معه في الاتجاه.







قوة الارجاع في نظام كتلة – النابض

$F_R = - k x$	$(F_R)_{max} = - k A$

في حالة إذا كان النابض معلق رأسيا لأعلى يمكن حساب قوة الارجاع عن طريق العلاقة

$F_R = mg$

تسارع نظام كتلة – نابض

$a = -\frac{k x}{m}$	$(a)_{max} = -\frac{k A}{m}$
$a = - w^2 x$	$(a)_{max} = - w^2 A$

الكمية الفيزيائية	الرمز	الوحدة
قوة الارجاع	F_R	N
التسارع	a	m/s^2
ثابت النابض	K	N/m
السرعة	v	m/s
الكتلة	m	Kg
الإزاحة	x	m
أقصى إزاحة (السعة)	A	m
التردد الزاوي	w	Rad/s
الزمن الدوري	T	s
التردد	f	Hz

التردد الزاوي لنظام كتلة – نابض

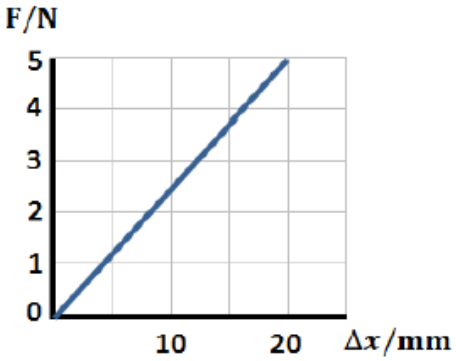
$w^2 = \frac{k}{m}$ $\quad$ $w = \frac{2\pi}{T}$ $\quad$ $w = 2\pi.f$

التردد والزمن الدوري لنظام كتلة – نابض

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$f = \frac{1}{T}$

السرعة لنظام كتلة – نابض

$v = \pm\ w\sqrt{A^2 - x^2}$	$(v)_{max} = \pm\ w.A$



س1: يمثل المنحنى المجاور تأثير قوة الشد في نابض معلق رأسيا بعد تعليق كتلة به مقدارها 0.5 kg ، احسب:

1. ثابت النابض.
2. تسارع النظام عند الإزاحة 5 mm
3. أقصى تسارع يمكن أن يتحرك به النظام.

.....

.....

.....

.....

.....

س2: يمثل المنحنى المجاور تأثير قوة الشد في ثلاثة نوابض معلقة رأسيا بعد تعليق كتلة بكل نابض مقدارها 0.5 kg ، رتب هذه النوابض تنازليا تبعاً لقيمة ثابت النابض؟

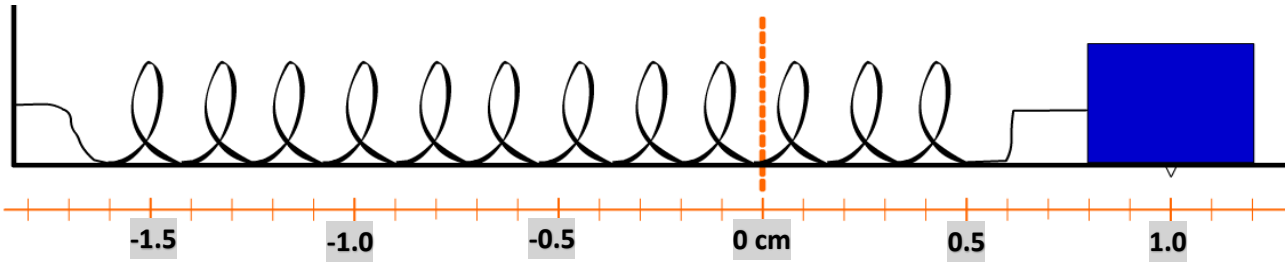
.....

.....

.....

س3: في الشكل المجاور تم سحب كتلة معلقة بنابض مسافة 1cm، إذا علمت أن ثابت النابض $90\ N.m^{-1}$ والعجلة القصوى للكتلة تساوي $0.16\ m/s^2$ احسب: 1. مقدار قوة الارجاع وحدد اتجاهها على الشكل

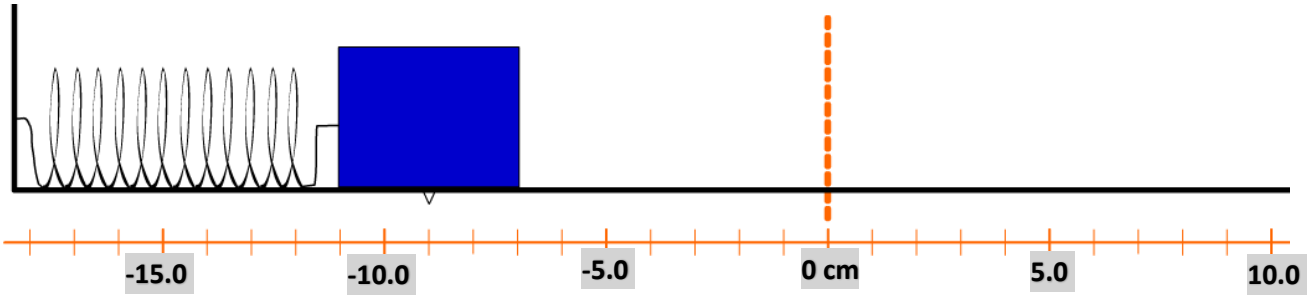
2. الزمن الدوري للنظام 3. كتلة الجسم



س4: في الشكل المجاور جسم كتلته 400 g ثُبت في الطرف الحر لنابض مرن، فإذا سحب الجسم لمسافة 9 cm ، إذا علمت أن مقدار السرعة للنظام تساوي 40 cm/s عند الإزاحة 2.5 cm احسب:

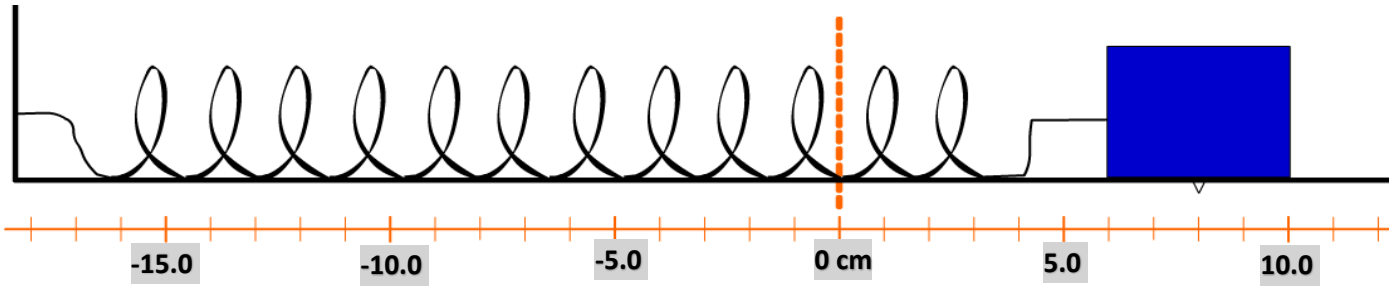
1. التردد الزاوي للنظام 2. ثابت النابض

3. عجلة النظام عند منتصف المسافة بين موضع الاتزان وأقصى إزاحة



س5: في الشكل جسم كتلته 400 g ثُبت في الطرف الحر لنابض مرن، فإذا سحب الجسم لمسافة 8 cm، إذا علمت أن السرعة القصوى للكتلة تساوي 12.648m/s احسب:

1. مقدار ثابت النابض. 2. مقدار قوة الارجاع وحدد اتجاهها على الشكل 3. الزمن الدوري للنظام



.....

.....

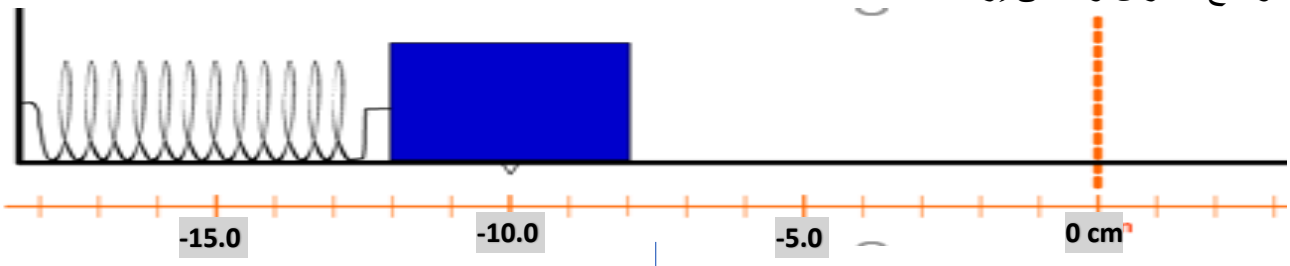
.....

.....

.....

.....

س6: الشكل المجاور يمثل حركة نظام كتلة – نابض، سعة الاهتزازة لهذا النظام 10cm ومقدار السرعة عند منتصف المسافة بين موضع الاتزان واقصى إزاحة تساوي 40 cm/s. إذا علمت أن كتلة الجسم المرتبط بالنابض يساوي 200g، احسب: 1. التردد الزاوي للنظام2. عجلة النظام عند منتصف المسافة بين موضع الاتزان وأقصى إزاحة



.....

.....

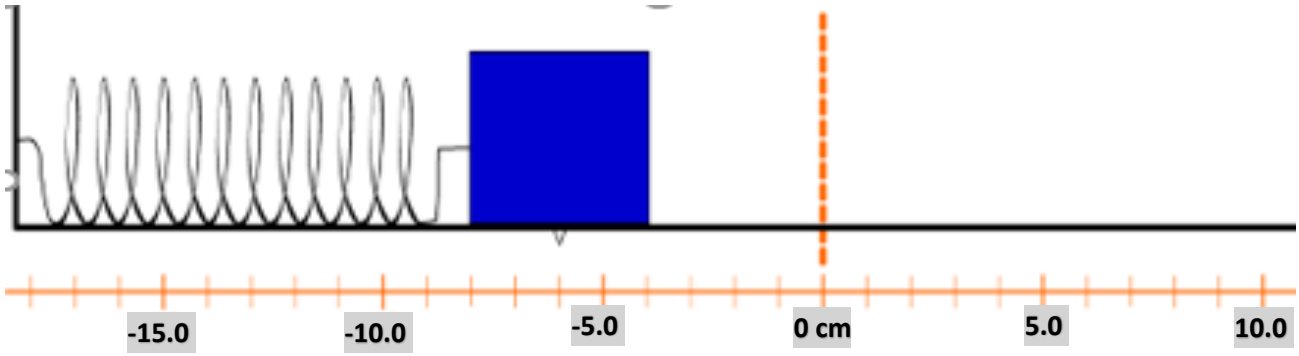
.....

.....

.....

س7: الشكل المجاور يمثل حركة نظام كتلة – نابض، سعة الاهتزازة لهذا النظام 7cm وثابت النابض له 100 N/m، إذا علمت أن العجلة القصوى للنظام تساوي $1.2\ m/s^2$.

احسب **عند الموضع** الموضح بالشكل ما يلي:1. عجلة الكتلة وحدد اتجاهها2. سرعة الكتلة



.....

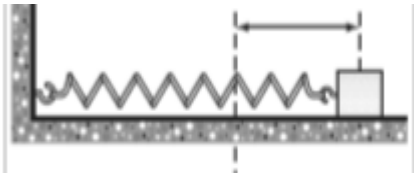
.....

.....

.....

.....

.....



س8: الشكل المجاور يمثل حركة نظام كتلة – نابض، سعة الاهتزازة لهذا النظام 2cm، إذا علمت أن سرعة النظام عند الإزاحة x تساوي 60% من السرعة القصوى، احسب قيمة الازاحة x؟

.....

.....

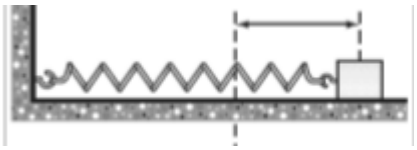
.....

.....

.....

.....

.....



س9: الشكل المجاور يمثل حركة نظام كتلة – نابض، سعة الاهتزازة لهذا النظام 5cm، إذا علمت أن سرعة النظام عند الإزاحة x تساوي 40% من السرعة القصوى، احسب قيمة الازاحة x؟

.....

.....

.....

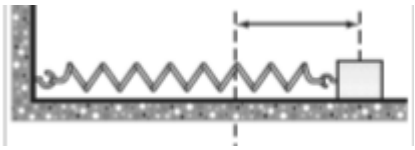
.....

.....

.....

.....

.....



س10: الشكل المجاور يمثل حركة نظام كتلة – نابض، إذا علمت أن سرعة القصوى للنظام 12 m/s وأنه عند الإزاحة 2 cm كانت السرعة تساوي 11.31 m/s، احسب:

1. سعة الاهتزازة 2. التردد الزاوي

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س11: جسم كتلته 4kg علق بنابض فاهتز النظام بزمن دوري 2 sec، كم يصبح الزمن الدوري لنظام كتلة ونابض إذا أصبحت كتلة الجسم المعلق بالنابض 9kg؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س12: جملة كتلة – نابض تهتز بزمن دوري 1.5 sec عندما كانت الكتلة 1.0 kg ، كم يصبح الزمن الدوري إذا أصبحت الكتلة 4.0kg؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س13: نابض خفيف مثبت رأسيا. تم تعليق كتلة قدرها 250 g في النابض فاستطال بمقدار 300 mm ثم تم سحب الكتلة لأسفل لمسافة 5 cm ثم تركت لتهتز. ما هو أقصى تسارع للنظام؟

.....

.....

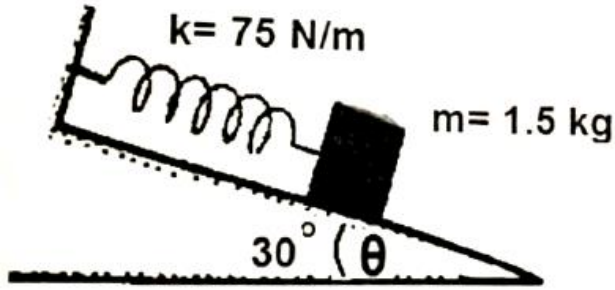
.....

.....

.....

.....

س14: يهتز النظام الموضح في الشكل أدناه اهتزازات بسيطة. احسب مقدار استطالة النابض عندما يكون الجسم عند موضع الاتزان؟



.....

.....

.....

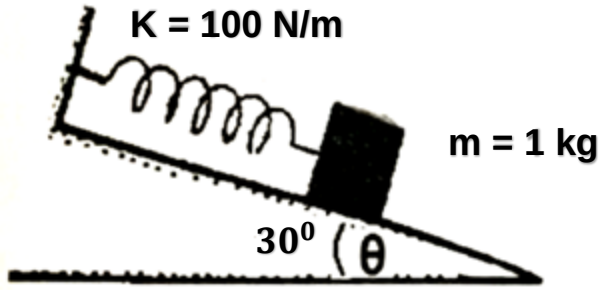
.....

.....

.....

.....

س15: يهتز النظام الموضح في الشكل أدناه اهتزازات بسيطة. احسب مقدار استطالة النابض عندما يكون الجسم عند موضع الاتزان؟



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

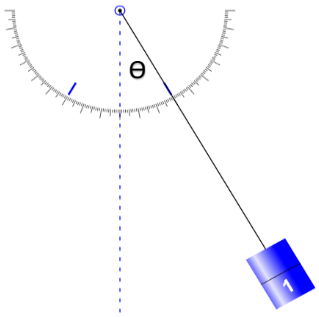
.....

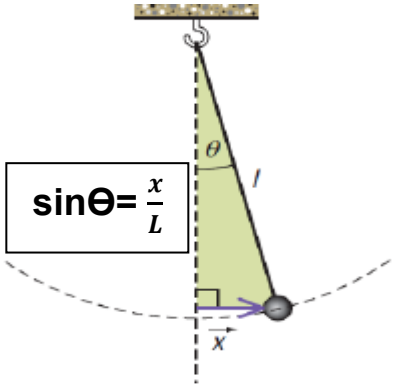
.....

ثانيا: الحركة التوافقية البسيطة لبندول

في الشكل المجاور، ارسم مخطط الجسم الحر لنظام البندول البسيط

ملاحظة مهمة: عندما تكون الزاوية Θ صغيرة (أقل من 5°) يتحرك البندول حركة توافقية بسيطة





قوة الارجاع في نظام البندول

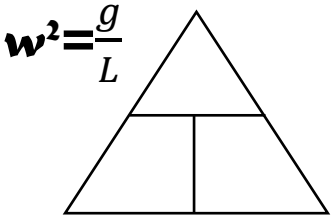
$F_R = - mg \sin\Theta$ $= - mg \frac{x}{L}$	$(F_R)_{max} = - mg \frac{A}{L}$

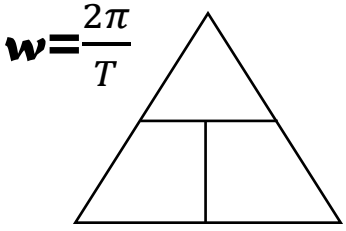
تسارع نظام البندول

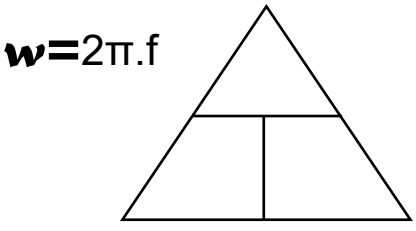
$a = - g \sin\Theta$ $= - g \frac{x}{L}$	$(a)_{max} = - \frac{g A}{L}$
$a = - w^2 x$	$(a)_{max} = - w^2 A$

الكمية الفيزيائية	الرمز	الوحدة
قوة الارجاع	F_R	N
التسارع	a	m/s^2
السرعة	v	m/s
طول الخيط	L	m
تسارع الجاذبية	g	m/s^2
الكتلة	m	Kg
الإزاحة	x	m
أقصى إزاحة (السعة)	A	m
التردد الزاوي	w	Rad/s
الزمن الدوري	T	s
التردد	f	Hz

التردد الزاوي لنظام البندول





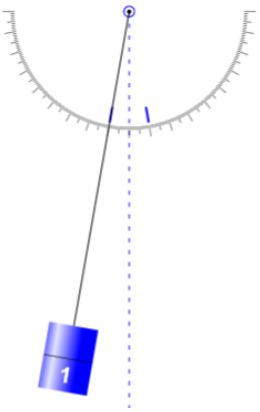


التردد والزمن الدوري لنظام البندول

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$	$f = \frac{1}{T}$

السرعة لنظام البندول

$v = \pm \ w\sqrt{A^2 - x^2}$	$(v)_{max} = \pm \ w.A$



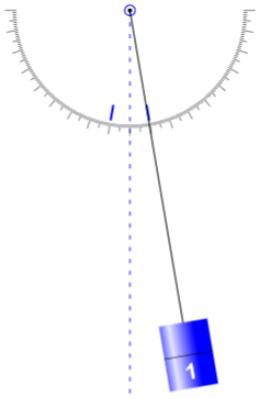
س1: الشكل المجاور يمثل بندول بسيط عُلق به كتلة 50 g وتم سحبه بزاوية 5^0 من الوضع الرأسي. احسب: 1. قوة الارجاع وحدد اتجاهها على الشكل. 2. تسارع النظام وحدد اتجاهه على الشكل. (اعتبر $g=9.8\ m/s^2$)

.....

.....

.....

.....



س2: الشكل المجاور يمثل بندول بسيط عُلق به كتلة 40 g وتم سحبه بزاوية 4^0 من الوضع الرأسي. احسب: 1. قوة الارجاع وحدد اتجاهها على الشكل. 2. تسارع النظام وحدد اتجاهه على الشكل. (اعتبر $g=9.8\ m/s^2$)

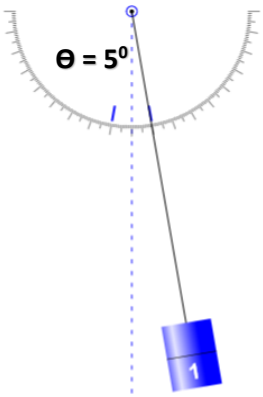
.....

.....

.....

.....

.....



س3: بندول بسيط كتلته 100g وطول خيطه 70cm، تم سحبه بزاوية Θ عن موضع اتزانه كما في الشكل احسب: (اعتبر $g=9.81\ m/s^2$)

1. أكبر قوة ارجاع مؤثرة على البندول وحدد اتجاهها
2. التردد الزاوي للبندول
3. أقصى إزاحة للبندول وحدد اتجاهها على الشكل
4. تسارع البندول عند موضع اتزانه

.....

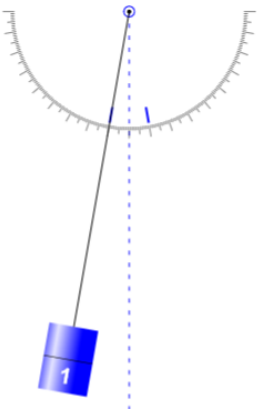
.....

.....

.....

.....

.....



س4: بندول بسيط كتلته 200g وطول خيطه 80cm، إذا علمت أن أقصى تسارع للبندول يساوي $0.77m/s^2$ احسب: (اعتبر $g=9.81\ m/s^2$)

1. الزاوية التي يصنعها البندول بعيدا عن موضع اتزانه.
2. الزمن الدوري للبندول
3. أقصى قوة ارجاع مؤثرة على البندول وحدد اتجاهها على الشكل
4. سرعة البندول عند موضع الاتزان

.....

.....

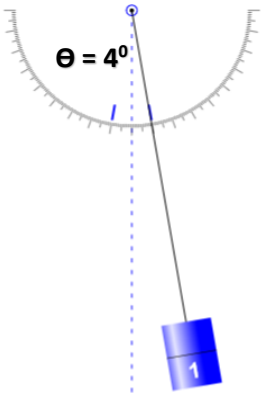
.....

.....

.....

.....

.....



س5: بندول بسيط كتلته 100g وطول خيطه 65cm، تم سحبه بزاوية Θ عن موضع اتزانه كما في الشكل احسب: (اعتبر $g=9.81\ m/s^2$)

1. أكبر قوة ارجاع مؤثرة على البندول وحدد اتجاهها
2. التردد الزاوي للبندول
3. سعة الاهتزازة.
4. أقصى سرعة للبندول.
5. سرعة الكتلة المعلقة عند الإزاحة 3 cm عن موضع الاتزان.

.....

.....

.....

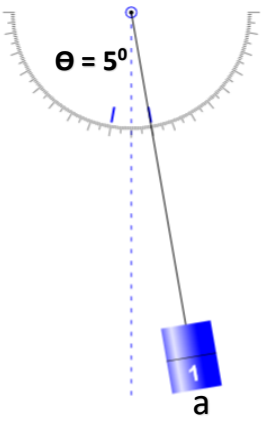
.....

.....

.....

.....

.....



س6: بندول بسيط كتلته 150g وطول خيطه 90cm، تم سحبه بزاوية Θ عن موضع اتزانه كما في الشكل احسب: (اعتبر $g=9.81\ m/s^2$)

1. التردد الزاوي للبندول
2. سعة الاهتزازة.
3. سرعة الكتلة المعلقة عندما تقطع إزاحة من موضعها a بمقدار 5cm باتجاه موضع الاتزان

.....

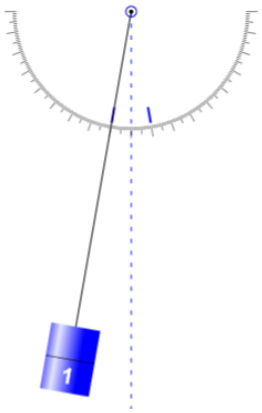
.....

.....

.....

.....

.....



س7: بندول بسيط كتلته 120g وطول خيطه 75cm، إذا علمت أن أقصى تسارع للبندول يساوي $0.65m/s^2$ احسب: (اعتبر $g=9.8\ m/s^2$)

1. الزاوية التي يصنعها البندول بعيدا عن موضع اتزانه 2. سعة الاهتزازة.

3. سرعة البندول عند موضع الاتزان.

4. سرعة البندول عندما تكون الازاحة 20% من سعة الاهتزازة.

.....

.....

.....

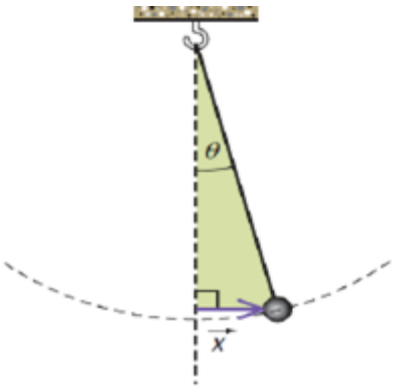
.....

.....

.....

.....

.....



س8: الشكل المجاور يمثل بندول بسيط عُلق به كتلة وتم سحبه بزاوية 4^0 من الوضع الرأسي. إذا علمت أن $x= 5.5\ cm$ احسب: (اعتبر $g=10m/s^2$)

1. الزمن الدوري للبندول 2. التردد الزاوي للبندول.

.....

.....

.....

.....

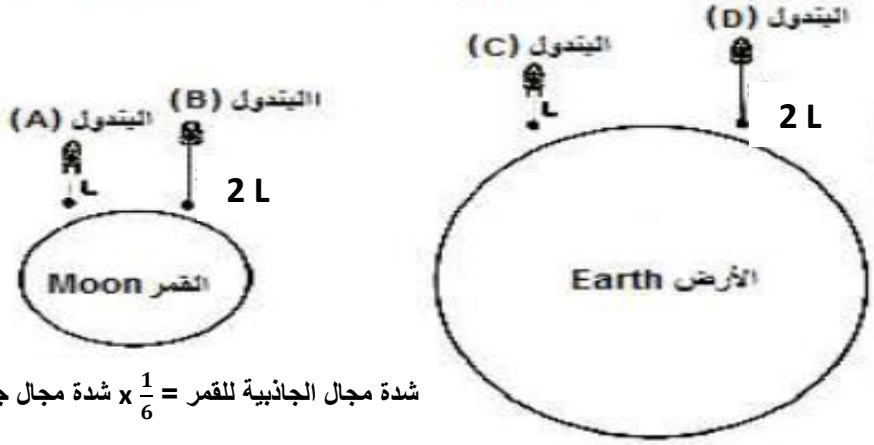
.....

.....

.....

س9: الشكل التالي يمثل أربع بندولات (A, B, C, D) . وضع البندولان (B , A) على سطح القمر بينما وضع البندولان (D , C) على سطح الأرض .

ما العلاقة الصحيحة التي تصف الأزمان الدورية لها (TA , TB , TC , TD) ؟



شدة مجال الجاذبية للقمر = $\frac{1}{6}$ x شدة مجال جاذبية الأرض

$g_{moon} = \frac{1}{6} g_{earth}$

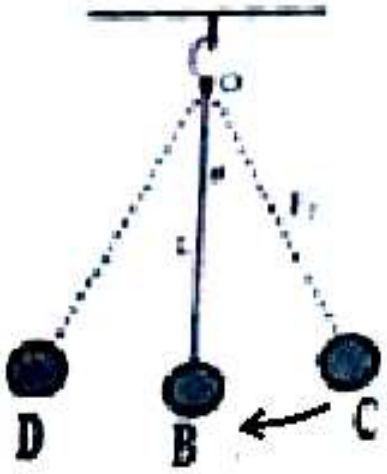
(a $T_A > T_B > T_C > T_D$

(b $T_A < T_B < T_C < T_D$

(c $T_B > T_A > T_D > T_C$

(d $T_A = T_B = T_C = T_D$

س10: في الرسم أدناه بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة فإذا كان زمن حركة الكتلة المعلقة من النقطة C إلى النقطة D يساوي (0.25 sec) فما مقدار السرعة الزاوية لحركته؟

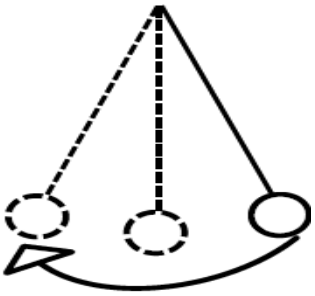


(a 4 π rad/sec

(b 2 π rad/sec

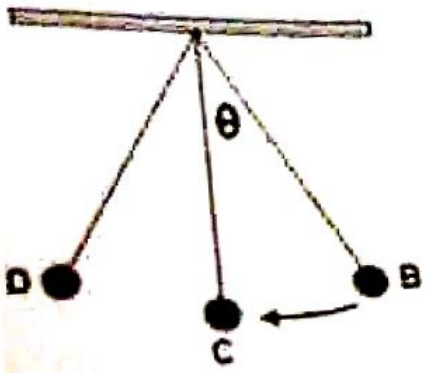
(c π rad/sec

(d 0.5 π rad/sec



س11: الشكل التالي يوضح كرة تتحرك حركة اهتزازية، فإذا كانت سعة الاهتزازة للكرة هي A، تكون القيمة التي يمثلها السهم الموضح أسفل الشكل:

a) A b) 2A c) $\frac{1}{2}$ A d) 4 A



س12: بندول بسيط كتلته 0.02 kg ازيح زاوية 5^0 ثم تُرك يهتز بحركة توافقية بسيطة كما في الشكل المجاور:

1) إذا كان الزمن اللازم للكتلة لتهتز من B إلى C هو 0.15 s فما هي السرعة الزاوية للبندول.

2) احسب قوة الإرجاع Fr عند الموضع B. ($g = 9.8\ m/s^2$)

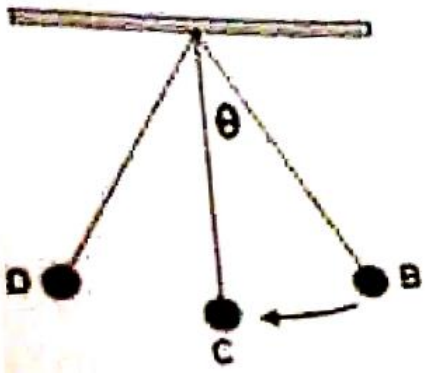
.....

.....

.....

.....

.....



س13: بندول بسيط كتلته 0.5 kg ازيح زاوية 5^0 ثم تُرك يهتز بحركة توافقية بسيطة كما في الشكل المجاور، احسب:

1) قوة الإرجاع Fr عند الموضع B؟ ($g = 10\ m/s^2$)

2) الزمن الدوري للبندول إذا علمت أن طول خيط البندول 1m؟

3) أقصى تسارع للبندول؟

.....

.....

.....

.....

.....

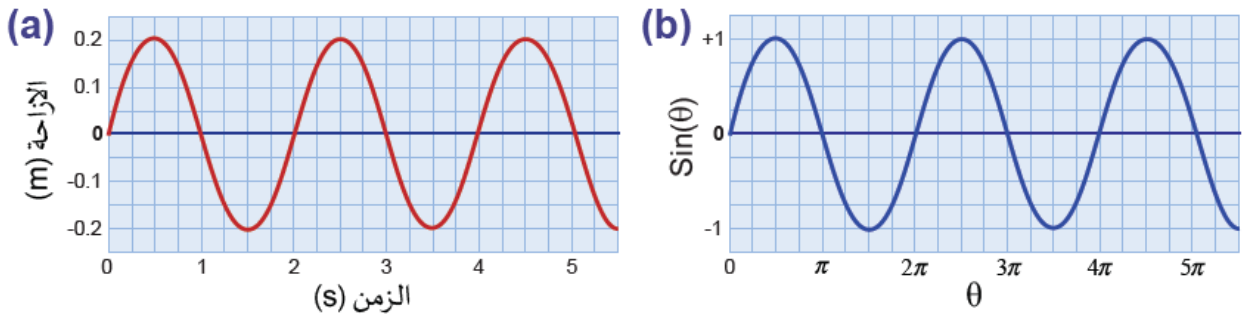
.....

الطّور: موقع الجسم المهتز في لحظة معينة بالنسبة إلى دورته الكاملة.

الإزاحة في الحركة التوافقية البسيطة بدلالة الزمن

لنفرض نظام كتلة ونابض يتحرك حركة توافقية بسيطة. تبلغ سعة الاهتزاز 0.2m وتستغرق الدورة 2s.

ويمثل الرسم البياني للإزاحة بدلالة الزمن لهذا النظام كما هو موضح بالشكل a أدناه



ويوضح الشكل b رسماً بيانياً للدالة الجيبية sinϴ. نلاحظ أن الرسم البياني لجيب الزاوية مطابق للرسم البياني لإزاحة الاهتزاز وبالتالي تكون معادلة الإزاحة:

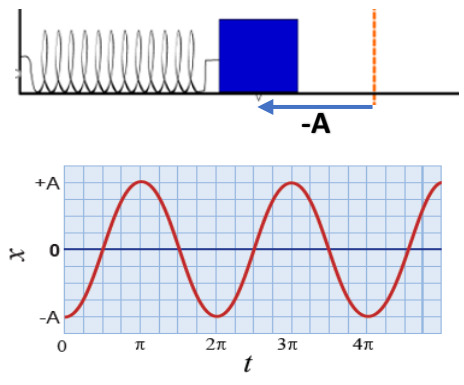
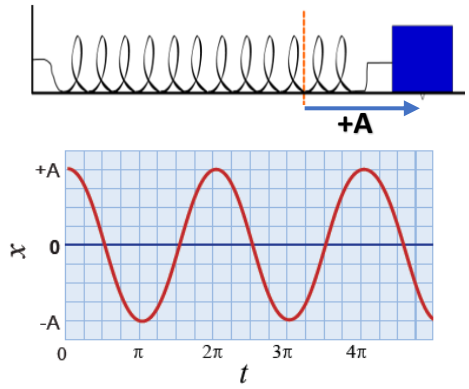
$$x\,(t) = 0.2 \sin(\pi t)$$

وعليه يمكن وضع صيغة عامة لمعادلة الإزاحة للحركة التوافقية البسيطة بدلالة الزمن على النحو التالي:

$$x\,(t) = A \sin(wt)$$

وهذه المعادلة تمثل الإزاحة بدلالة الزمن من موضع الاتزان (x = 0)

وتصبح معادلة الإزاحة بدلالة الزمن من موضع آخر غير موضع الاتزان على النحو التالي:

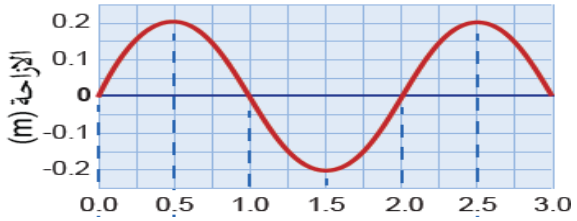
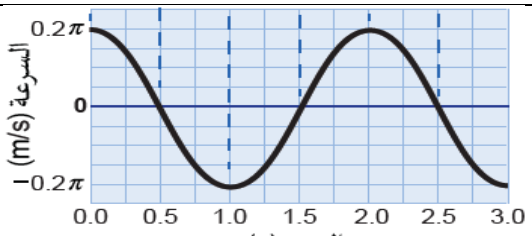
	
$x\,(t) = -A \cos(wt)$ $x\,(t) = A \sin(wt + \frac{3\pi}{2})$ $x\,(t) = A \sin(wt - \frac{\pi}{2})$	$x\,(t) = A \cos(wt)$ $x\,(t) = A \sin(wt - \frac{3\pi}{2})$ $x\,(t) = A \sin(wt + \frac{\pi}{2})$

السرعة في الحركة التوافقية البسيطة بدلالة الزمن

يتم إيجاد معادلة السرعة في الحركة التوافقية البسيطة بدلالة الزمن عن طريق المشتقة الأولى لمعادلة الإزاحة بدلالة الزمن على النحو التالي: $v(t) = \frac{dx}{dt} = wA\cos(wt)$ عند موضع الاتزان

وعند موضع آخر تصبح المعادلة على النحو التالي: $v(t) = \frac{dx}{dt} = wA\cos(wt + \Phi)$

مثال: -

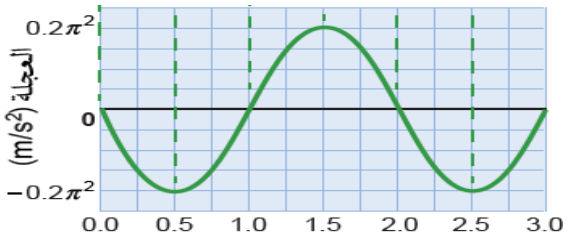
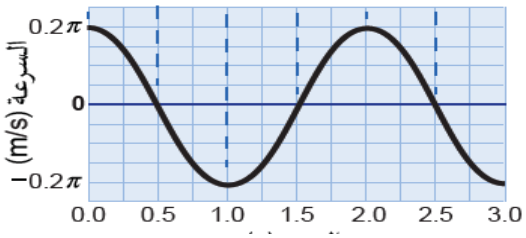
$x(t) = 0.2\sin(\pi t)$	$v(t) = 0.2\pi\cos(\pi t)$
	 نلاحظ أن منحنى السرعة يتخلف بالطور عن طور الإزاحة بمقدار $\frac{\pi}{2}$

التسارع في الحركة التوافقية البسيطة بدلالة الزمن

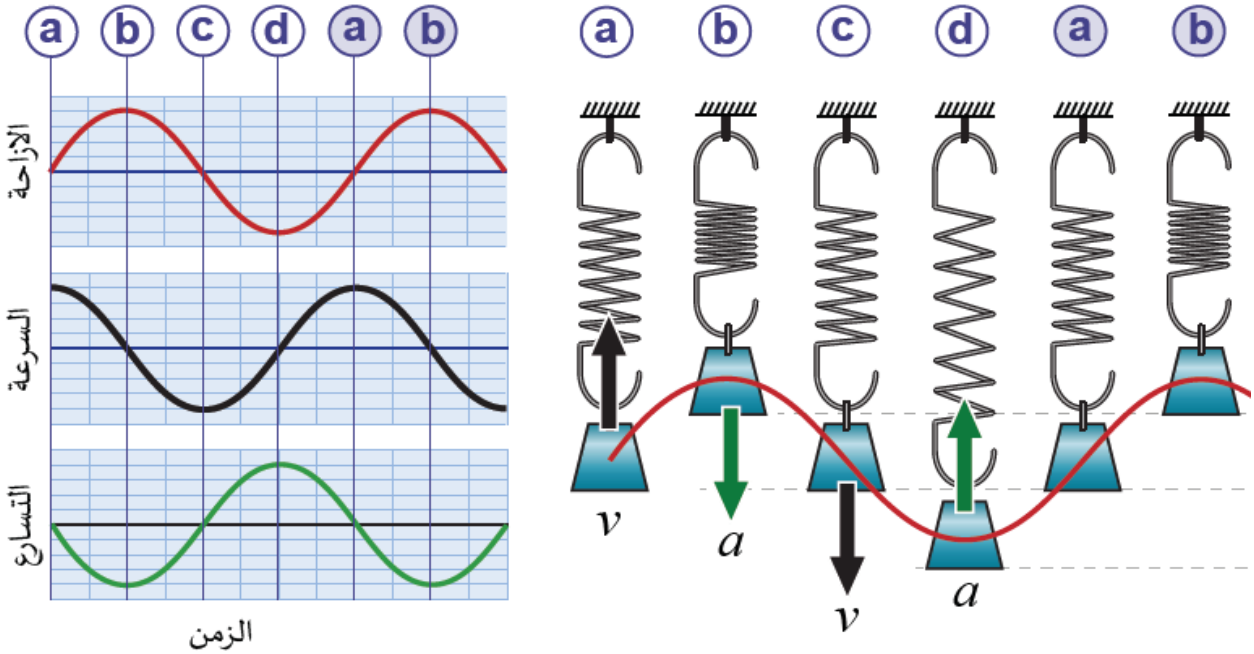
يتم إيجاد معادلة التسارع في الحركة التوافقية البسيطة بدلالة الزمن عن طريق المشتقة الأولى لمعادلة السرعة بدلالة الزمن على النحو التالي: $a(t) = \frac{dv}{dt} = -w^2A\sin(wt)$ عند موضع الاتزان

وعند موضع آخر تصبح المعادلة على النحو التالي: $a(t) = \frac{dv}{dt} = -w^2A\sin(wt + \Phi)$

مثال: -

$a(t) = -0.2\pi^2\sin(\pi t)$	$v(t) = 0.2\pi\cos(\pi t)$
 نلاحظ أن منحنى التسارع يتخلف بالطور عن طور السرعة بمقدار $\frac{\pi}{2}$ ويتخلف بالطور عن طور الإزاحة بمقدار π	

الرسوم البيانية الموجزة للحركة التوافقية البسيطة



س14: **الإزاحة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$$x(t) = 0.04 \sin (2\pi t)$$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. 1. احسب الزمن الدوري والتردد للحركة

2. احسب عند الزمن (0.25 s): a. إزاحة الجسم. b. سرعة الجسم. c. تسارع الجسم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س15: **الإزاحة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$$x(t) = 0.06 \sin (\pi t + \frac{\pi}{2})$$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. 1. احسب الزمن الدوري والتردد للحركة

2. احسب عند الزمن (1.25 s): a. إزاحة الجسم. b. سرعة الجسم. c. تسارع الجسم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س16: **السرعة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$$v(t) = 0.06\pi \cos (2\pi t)$$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. 1. احسب الزمن الدوري والتردد للحركة

2. احسب عند الزمن (1.8 s): a. سرعة الجسم. b. إزاحة الجسم. c. تسارع الجسم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س17: **السرعة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$$v(t) = 0.08\pi \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. 1. احسب الزمن الدوري والتردد للحركة

2. احسب عند الزمن (0.2 s): a. سرعة الجسم. b. إزاحة الجسم. c. تسارع الجسم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س18: **التسارع** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$$a(t) = -2\pi^2 \sin(2\pi t)$$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. 1. احسب الزمن الدوري والتردد للحركة

2. احسب عند الزمن (0.8 s): a. تسارع الجسم. b. إزاحة الجسم. c. سرعة الجسم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س19: **التسارع** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$$a(t) = 2\pi^2 \sin\left(\pi t + \frac{3\pi}{2}\right)$$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. 1. احسب الزمن الدوري والتردد للحركة

2. احسب عند الزمن (1.2 s): a. تسارع الجسم. b. إزاحة الجسم. c. سرعة الجسم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

س20: **الإزاحة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$$x(t) = 0.04 \sin(2\pi t)$$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. أوجد معادلتي السرعة والتسارع بدلالة الزمن.

.....

.....

.....

س21: **الإزاحة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$$x(t) = 0.6 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. أوجد معادلتي السرعة والتسارع بدلالة الزمن.

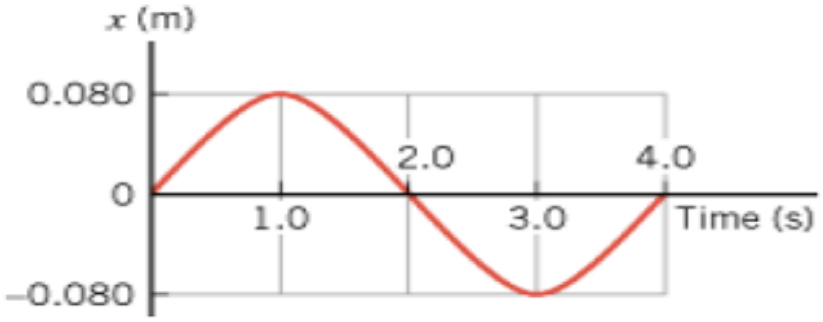
.....

.....

.....

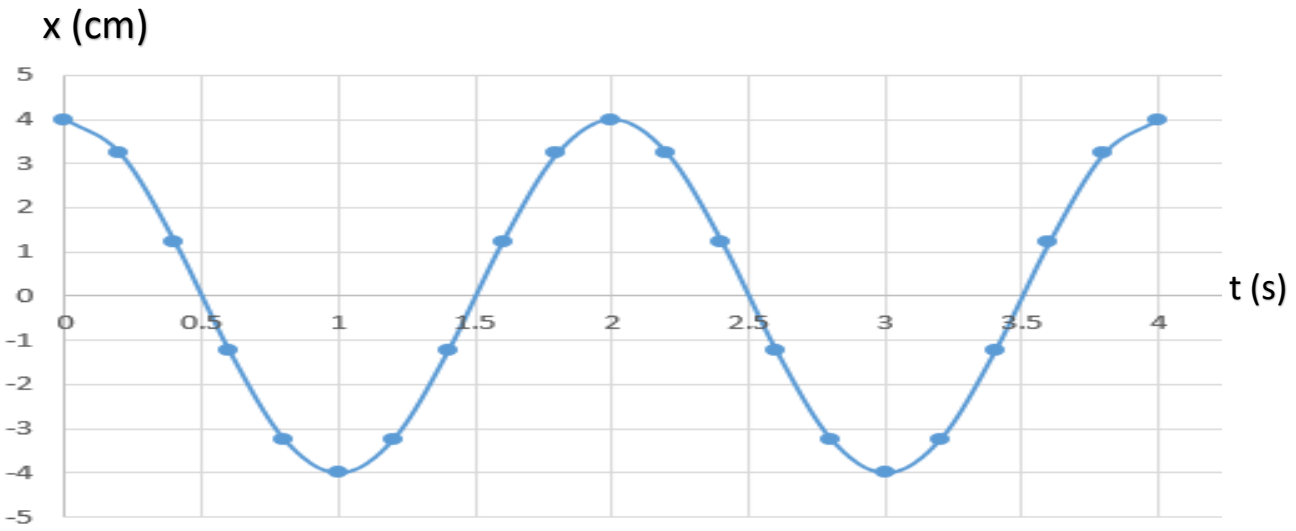
س22: كتلة 0.8 kg متصلة بنابض يتحرك حركة توافقية بسيطة. الشكل المجاور يوضح منحنى الازاحة – الزمن للحركة، أوجد ما يلي: - 1. التردد الزاوي. 2. معادلة الإزاحة للحركة.

3. عند الزمن 1 s احسب: سرعة الكتلة وتسارع الكتلة.



س23: كرة متصلة بنابض ثابت النابض له يساوي 50 N/m يتحرك حركة توافقية بسيطة. الشكل المجاور يوضح منحنى الازاحة – الزمن للحركة، أوجد ما يلي: -

1. التردد الزاوي. 2. معادلة الإزاحة للحركة. 3. عند الزمن 1.8 s احسب: سرعة الكتلة وتسارع الكتلة.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

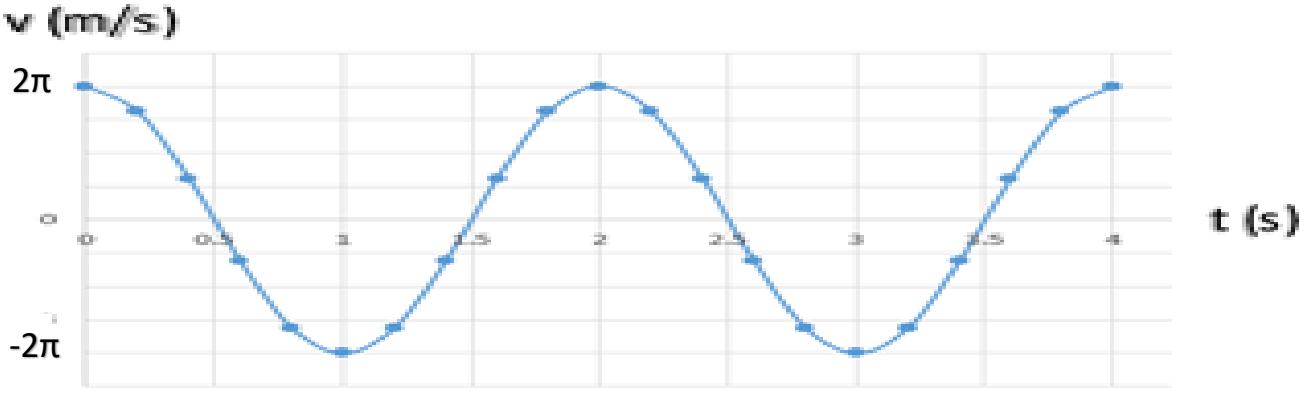
.....

.....

.....

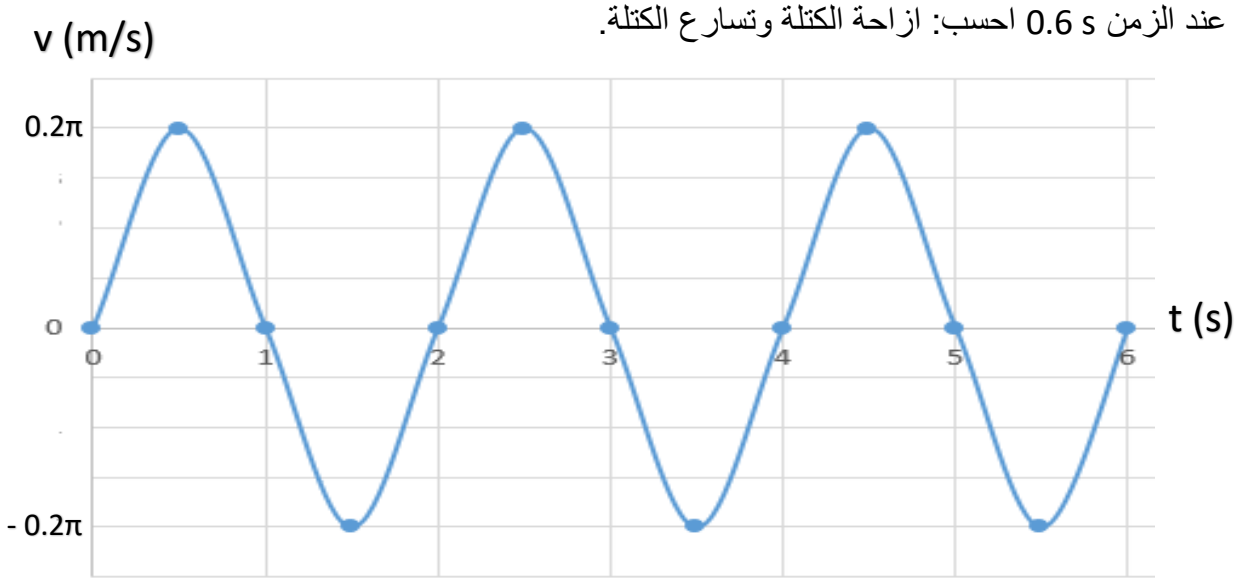
س24: كرة متصلة بنابض ثابت النابض له يساوي 20 N/m يتحرك حركة توافقية بسيطة. الشكل المجاور يوضح منحنى السرعة – الزمن للحركة، أوجد ما يلي: -1. سعة الحركة. 2. معادلة السرعة للحركة.

3. عند الزمن 1.2 s احسب: ازاحة الكتلة وتسارع الكتلة.



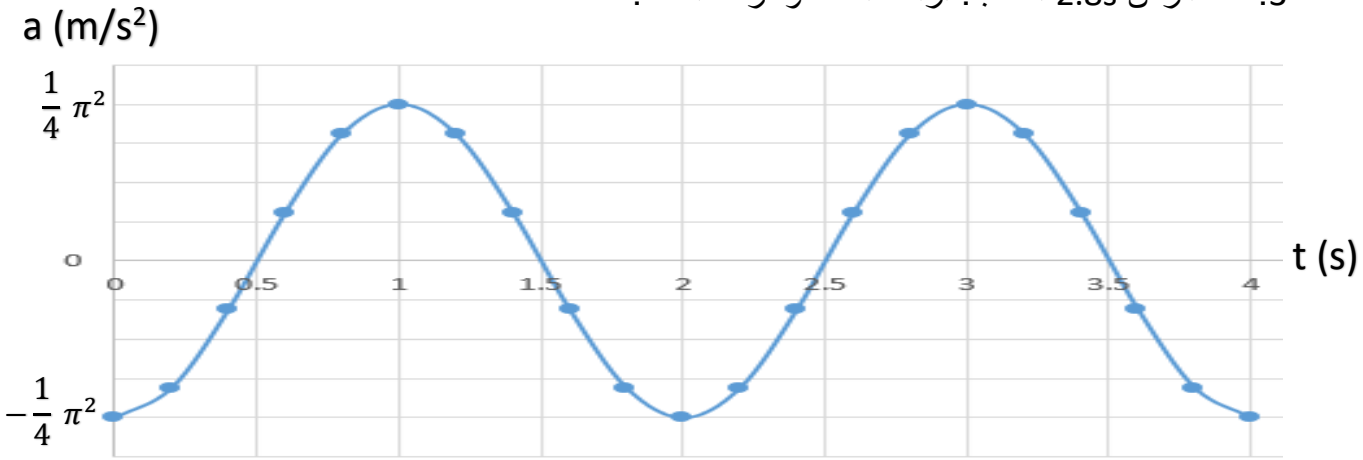
س25: كرة كتلتها 0.5 kg متصلة بنابض يتحرك حركة توافقية بسيطة. الشكل المجاور يوضح منحنى السرعة – الزمن للحركة، أوجد ما يلي: -1. سعة الاهتزازة. 2. معادلة السرعة للحركة.

3. عند الزمن 0.6 s احسب: ازاحة الكتلة وتسارع الكتلة.



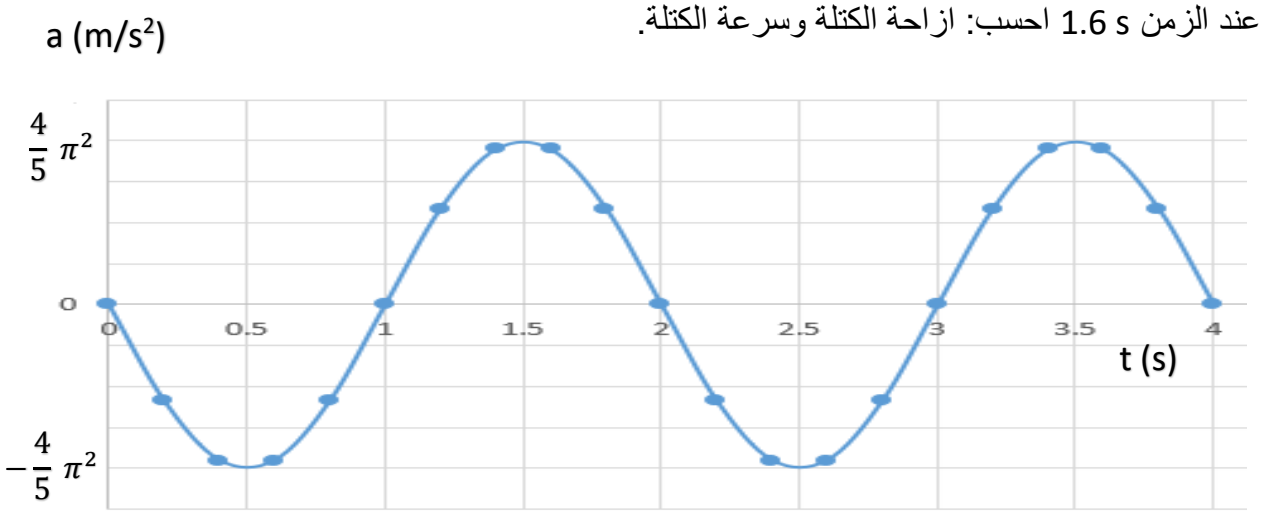
س26: كرة كتلتها 0.5 kg متصلة بنابض يتحرك حركة توافقية بسيطة. الشكل المجاور يوضح منحنى التسارع – الزمن للحركة، أوجد ما يلي: -1. سعة الاهتزازة. 2. معادلة التسارع للحركة.

3. عند الزمن 2.8s احسب: ازاحة الكتلة وسرعة الكتلة.



س27: كرة كتلتها 400g متصلة بنابض يتحرك حركة توافقية بسيطة. الشكل المجاور يوضح منحنى التسارع – الزمن للحركة، أوجد ما يلي: -1. سعة الاهتزازة. 2. معادلة التسارع للحركة.

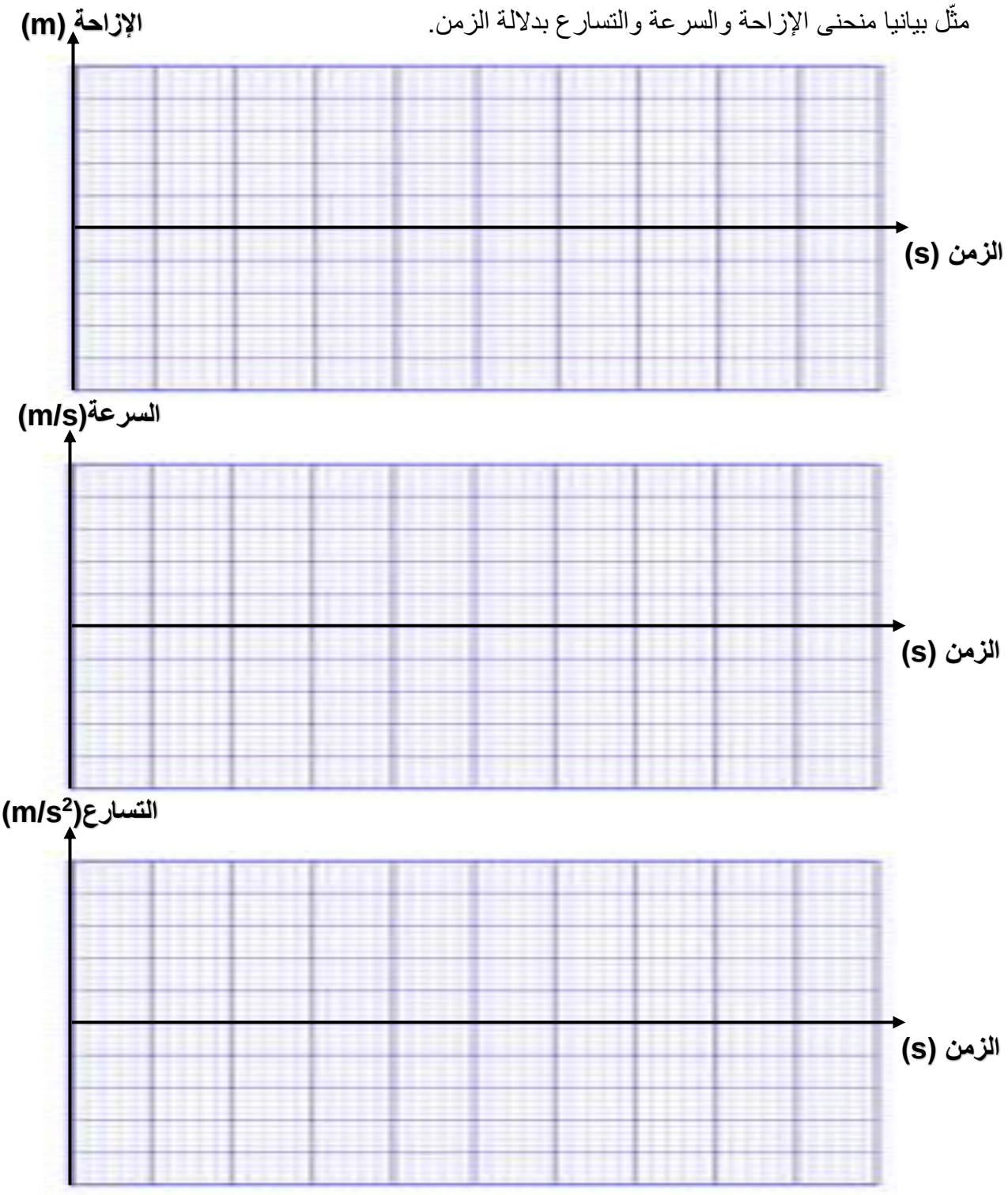
3. عند الزمن 1.6 s احسب: ازاحة الكتلة وسرعة الكتلة.



س28: **الإزاحة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$x(t) = 0.04 \sin(2\pi t)$ ، بحيث x بالمتر و t بالثانية

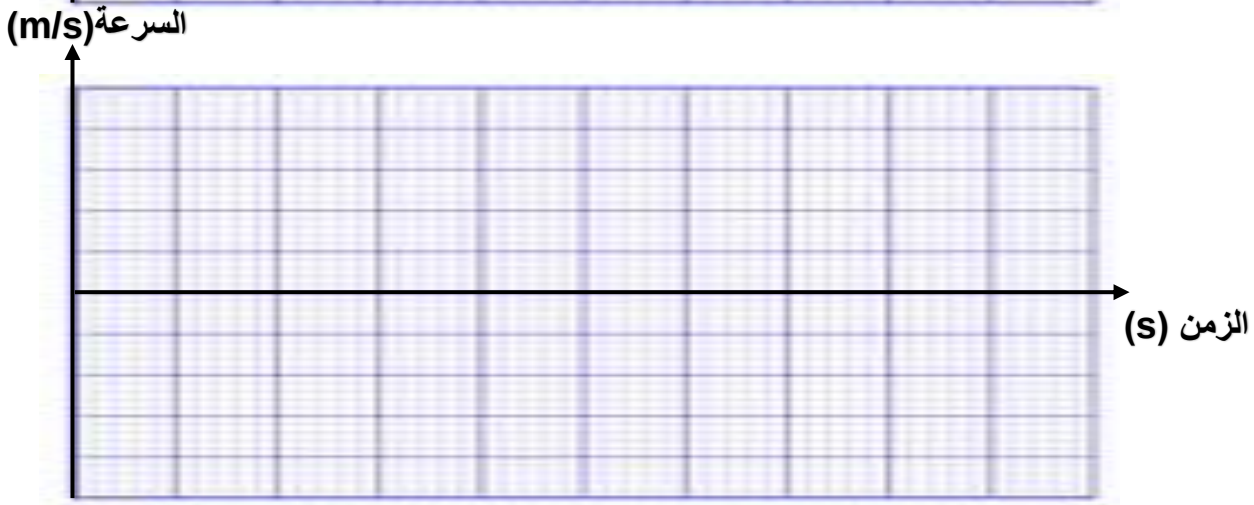
مثّل بيانيا منحنى الإزاحة والسرعة والتسارع بدلالة الزمن.

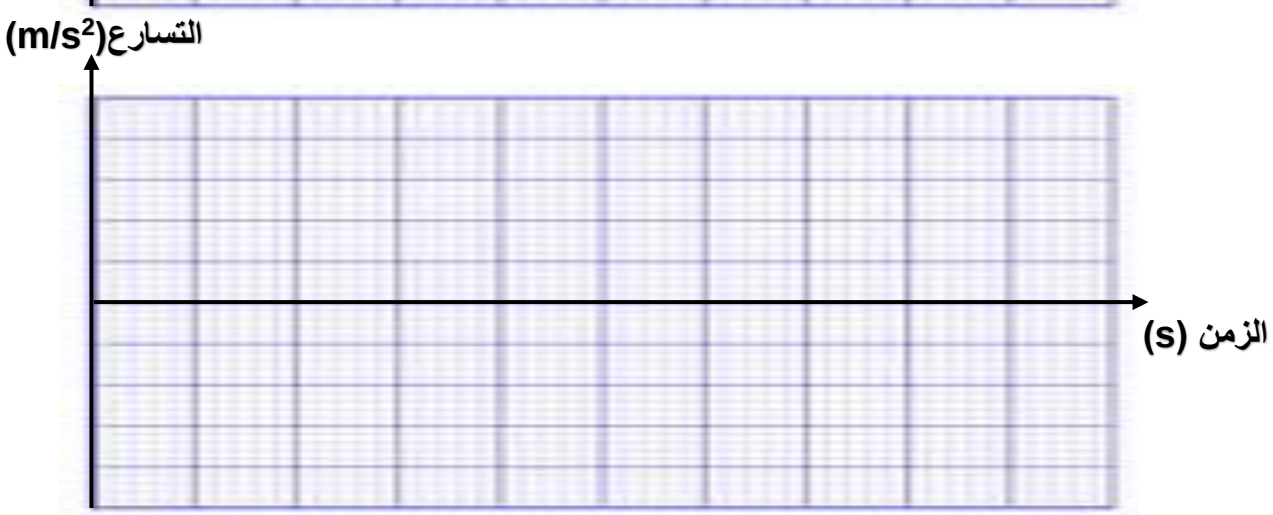


س29: **الإزاحة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$x(t) = 0.04 \sin (\pi t + \frac{\pi}{2})$ ، بحيث x بالمتر و t بالثانية

مثّل بيانيا منحنى الإزاحة والسرعة والتسارع بدلالة الزمن.

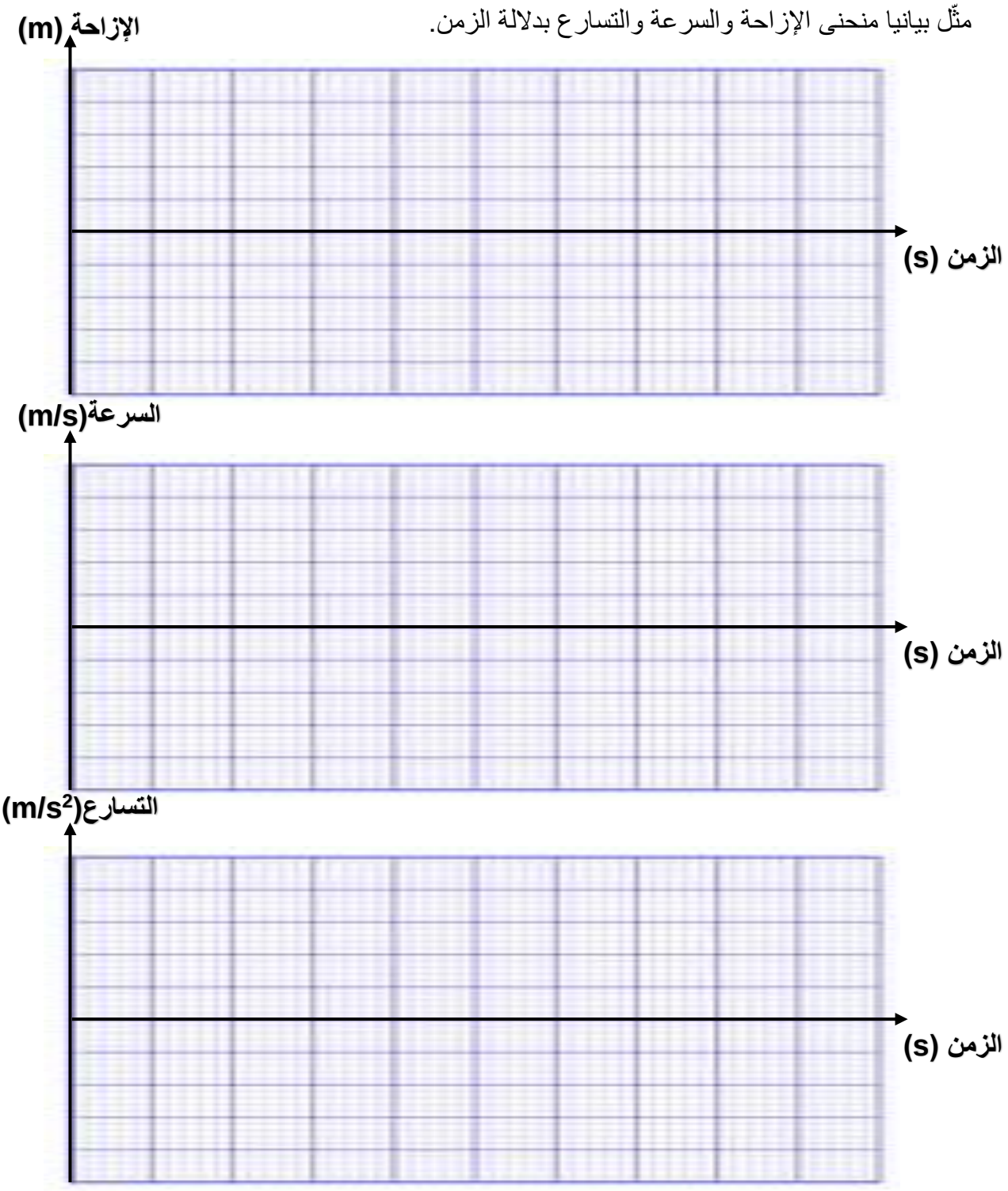




س30: **الإزاحة** لجسم خلال حركته حركة توافقية بسيطة يعطى بالعلاقة التالية:

$x(t) = 0.04 \sin (\pi t + \frac{3\pi}{2})$ ، بحيث x بالمتر و t بالثانية

مثّل بيانيا منحنى الإزاحة والسرعة والتسارع بدلالة الزمن.



س31: تتعرض كتلة لحركة توافقية بسيطة سعتها 4mm وترددها 0.32Hz، تتساوى إزاحة الكتلة مع سعتها عند t=0 s. 1. ما هي المعادلة التي تصف إزاحة هذه الحركة؟

2. ما هي المعادلة التي تصف سرعة هذه الحركة؟

.....

.....

.....

.....

.....

س32: تتعرض كتلة لحركة توافقية بسيطة سعتها 5 cm وترددها 14 Hz، تتساوى إزاحة الكتلة مع سعتها عند t=0 s 1. ما هي المعادلة التي تصف إزاحة هذه الحركة؟

2. ما هي المعادلة التي تصف سرعة هذه الحركة؟

.....

.....

.....

.....

.....

س33: يخضع جسيم لحركة توافقية بسيطة سعتها 6 cm وترددها 7 Hz، بافتراض أن إزاحته عند t=0 s كانت 6cm وكان الجسيم في حالة السكون، جد معادلة الإزاحة للجسيم؟

.....

.....

.....

.....

.....

س34: يخضع جسيم لحركة توافقية بسيطة سعتها 8 cm وترددها 14 Hz، بافتراض أن إزاحته عند t=0 s كانت 8 cm وكان الجسيم في حالة السكون، جد معادلة الإزاحة للجسيم؟

.....

.....

.....

.....

.....

س35: تهتز كتلة 0.4kg من الطرف السفلي لنابض رأسي، فتنجز اهتزازة واحدة كل 0.5 s، يتم **سحب** النابض مسافة 8 cm ثم تحريره عند اللحظة t=0 s.

1. اكتب المعادلة التي تصف إزاحة هذه الحركة.
2. ما الزمن اللازم للكتلة المهتزة كي تعود إلى موضع اتزانها لأول مرة؟

.....

.....

.....

.....

.....

س36: تهتز كتلة 0.4kg من الطرف السفلي لنابض رأسي، فتنجز اهتزازة واحدة كل 0.5 s، يتم **ضغط** النابض مسافة 8 cm ثم تحريره عند اللحظة t=0 s.1. اكتب المعادلة التي تصف إزاحة هذه الحركة.

2. ما الزمن اللازم للكتلة المهتزة كي تعود إلى موضع اتزانها لأول مرة؟

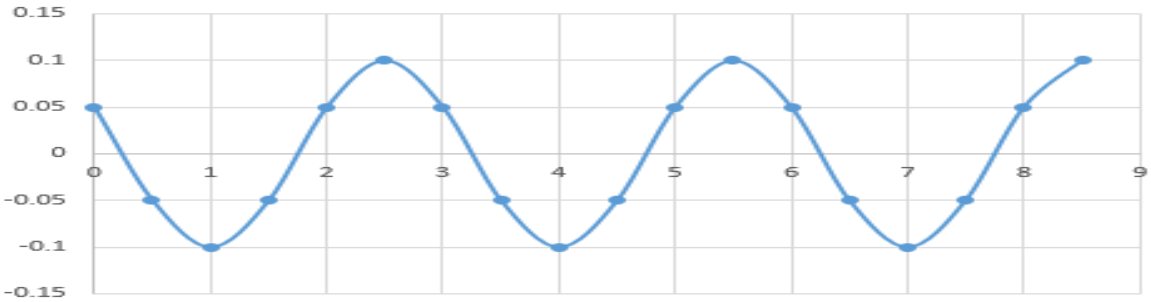
.....

.....

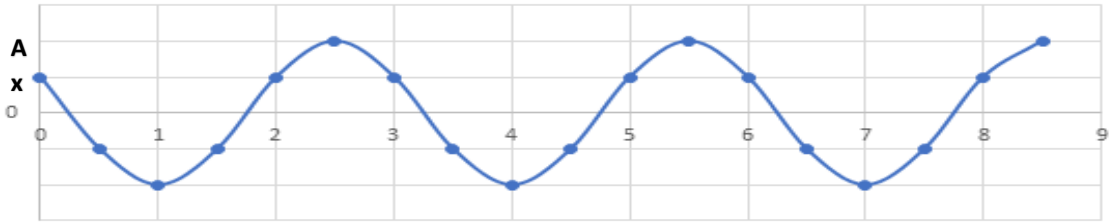
.....

.....

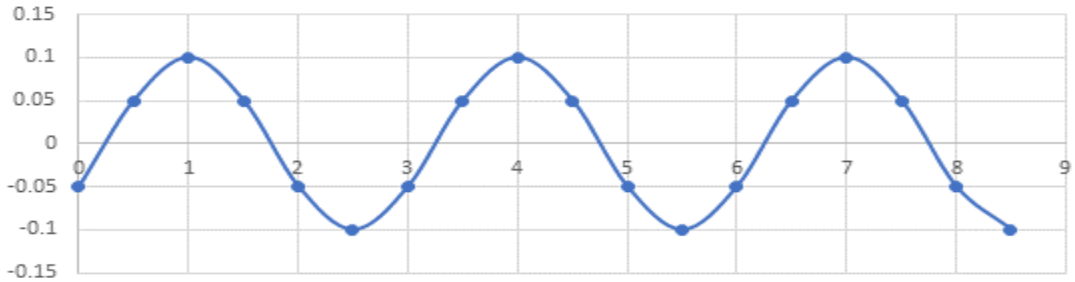
$x(t) = 0.1 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{3}\right)$



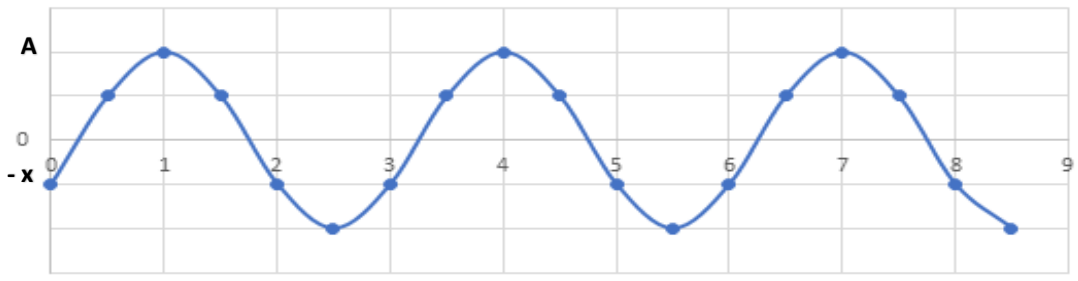
$x(t) = A \cos(wt + \Phi)\ ,\ (\Phi = \cos^{-1}(\frac{x}{A}))$



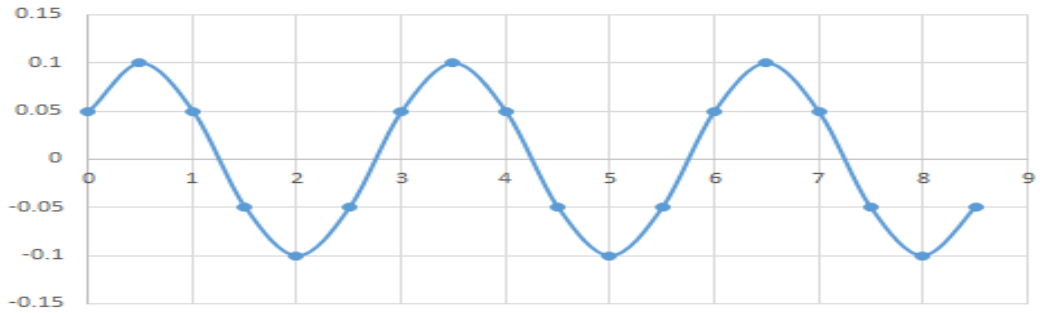
$x(t) = -0.1 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{3}\right)$



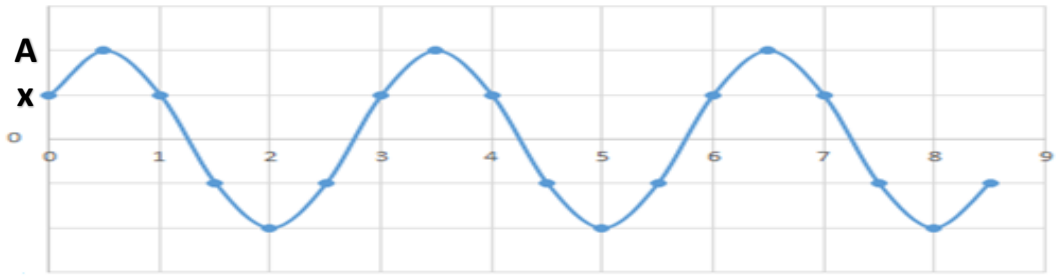
$x(t) = -A \cos(wt + \Phi)\ ,\ (\Phi = \cos^{-1}(\frac{x}{A})$



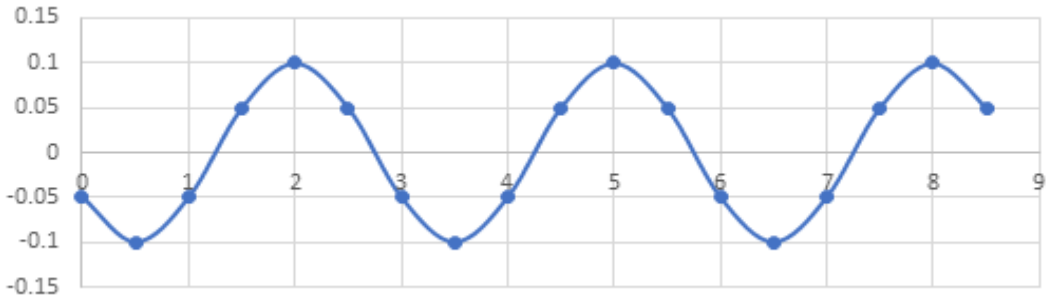
$x(t) = 0.1 \sin\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{6}\right)$



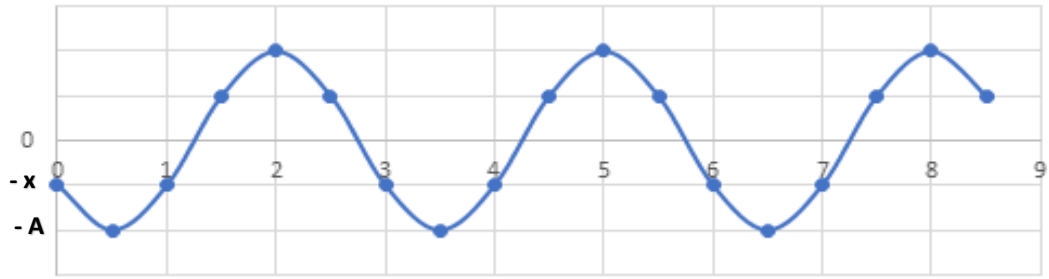
$x(t) = A \sin(wt + \Phi)$, $(\Phi = \sin^{-1}(\frac{x}{A}))$



$x(t) = -0.1 \sin\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{6}\right)$



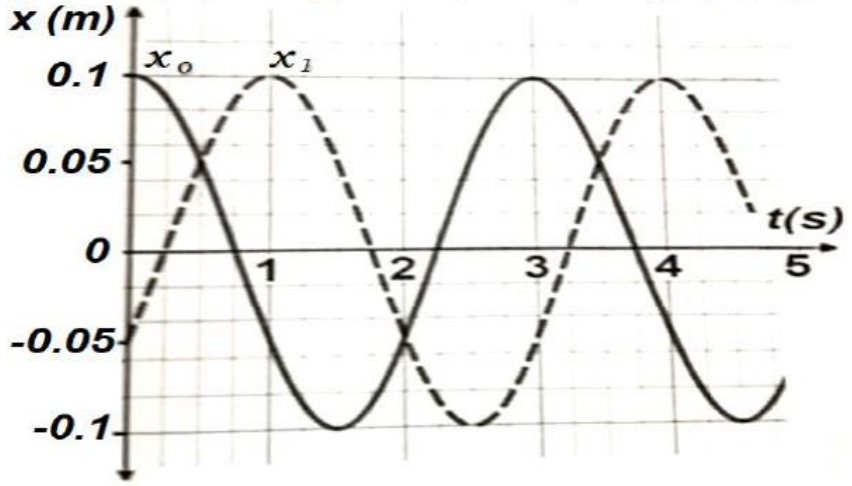
$x(t) = -A \sin(wt + \Phi)$, $(\Phi = \sin^{-1}(\frac{x}{A}))$



س37: الشكل البياني التالي يوضح المنحنيات (الازاحة X – الزمن t) لنابضين يتحركان حركة توافقية بسيطة على سطح أفقي أملس:

1- أوجد من الشكل التالي: الزمن الدوري T والسعة A والسرعة الزاوية ω لكل حركة.

2- اكتب معادلة رياضية بالقيم العددية تصف بشكل صحيح العلاقة (الازاحة–الزمن) لكل حركة X (t)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

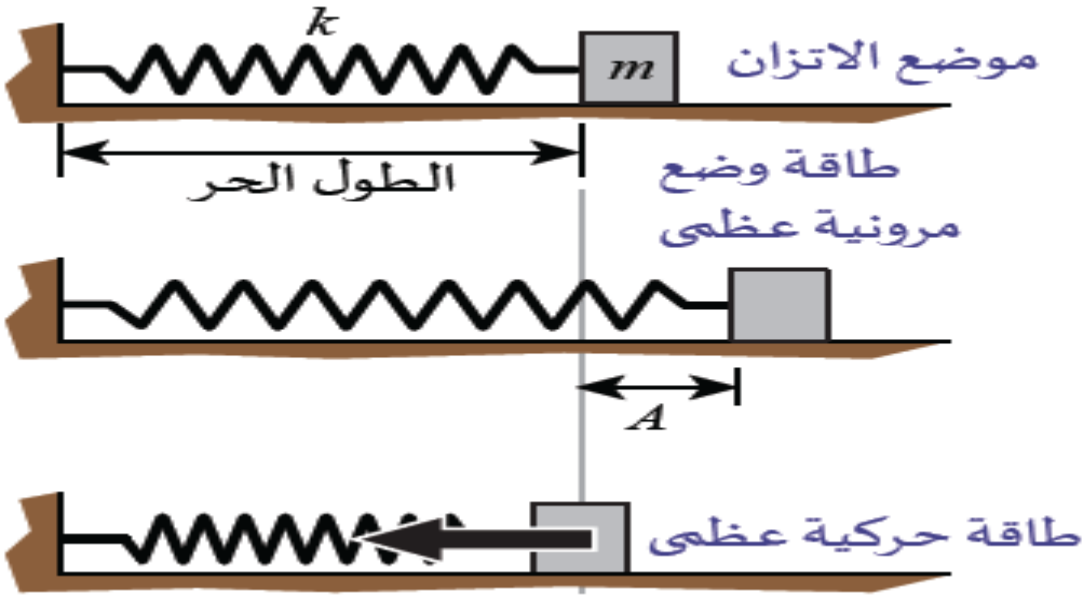
.....

.....

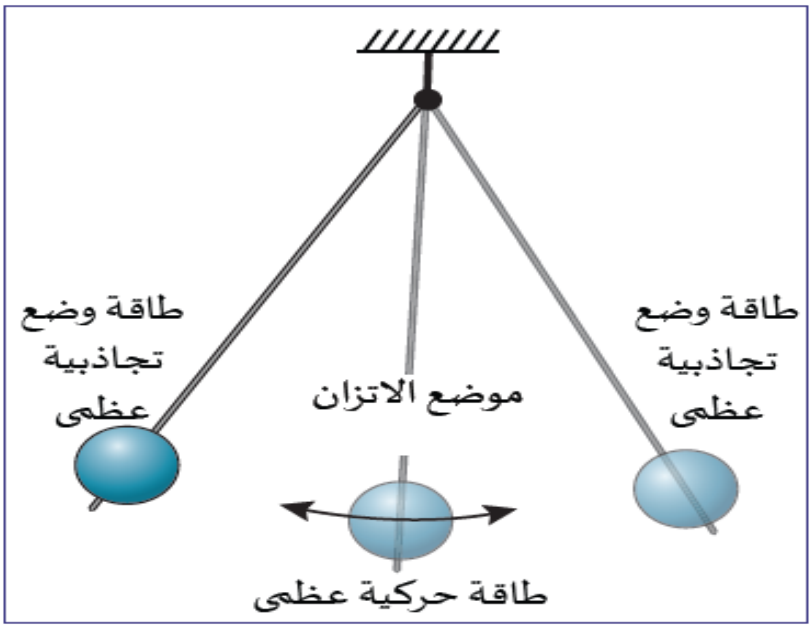
.....

.....

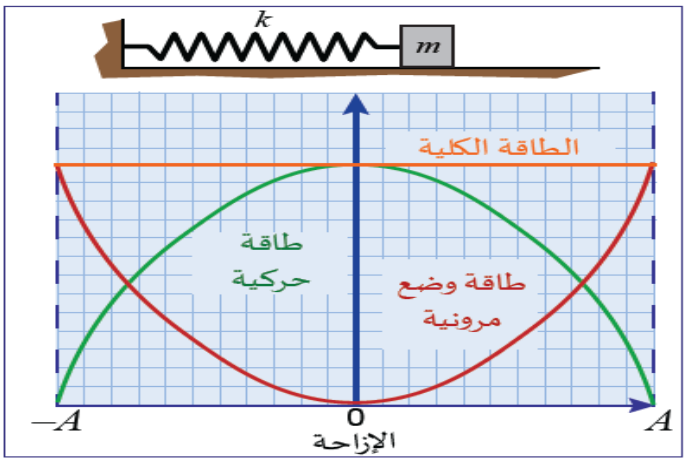
تبادل الطاقة في نظام الكتلة – النابض المهتز



تبادل الطاقة في نظام البندول



الطاقة في نظام مُهتزّ



الطاقة الحركية في الحركة التو افقية البسيطة

E_K	الطاقة الحركية (J)
t	الزمن (s)
m	الكتلة (kg)
ω	التردّد الزاوي (rad/s)
A	السعة (m)

$$E_K = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t)$$

طاقة الوضع المرونية في الحركة التو افقية البسيطة

E_E	طاقة الوضع المرونية (J)
t	الزمن (s)
m	الكتلة (kg)
ω	التردّد الزاوي (rad/s)
A	السعة (m)

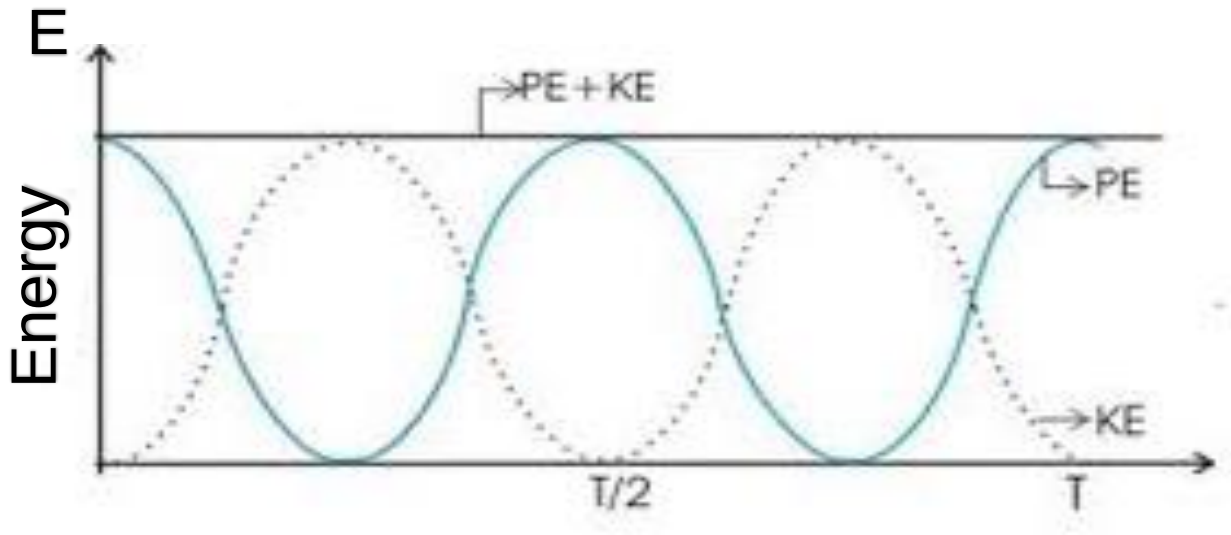
$$E_E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t)$$

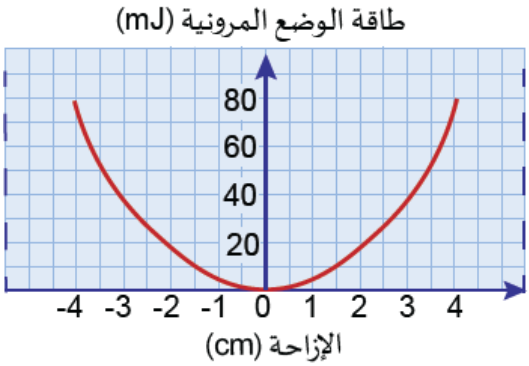
الطاقة الكلّية في الحركة التو افقية البسيطة

E_T	الطاقة الكلية (J)
m	الكتلة (kg)
ω	التردّد الزاوي (rad/s)
A	السعة (m)

$$E_T = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \quad E_T = \frac{1}{2} kA^2$$

(لِنظام الكتلة والنابض)





س1: يبين الرسم البياني المجاور التغير في طاقة الوضع المرونية أثناء اهتزاز كتلة مقدارها 0.4 kg معلّقة في نهاية نابض.

إذا كانت حركة الكتلة حركة توافقية بسيطة،

1. ما الطاقة الكلية للنظام؟ 2. احسب ثابت النابض؟
3. احسب أقصى سرعة للكتلة المعلّقة بالنابض؟

.....

.....

.....

.....

.....

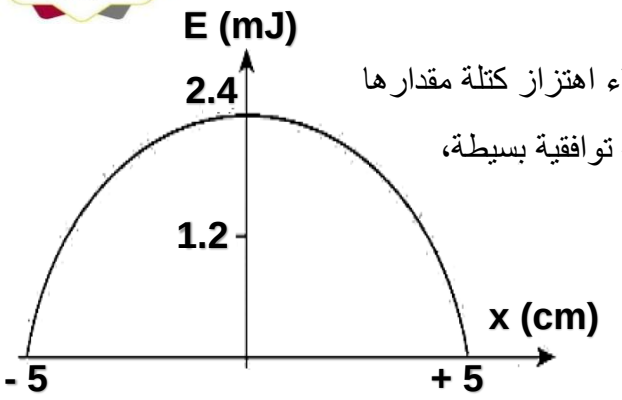
.....

.....

.....

.....

.....



س2: يبين الرسم البياني المجاور التغير في طاقة الحركة أثناء اهتزاز كتلة مقدارها 0.5 kg معلّقة في نهاية نابض. إذا كانت حركة الكتلة حركة توافقية بسيطة،

1. ما الطاقة الكلية للنظام؟ 2. احسب ثابت النابض؟
3. احسب أقصى سرعة للكتلة المعلّقة بالنابض؟
4. احسب طاقة الوضع المرونية للنظام عند الإزاحة 2cm؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

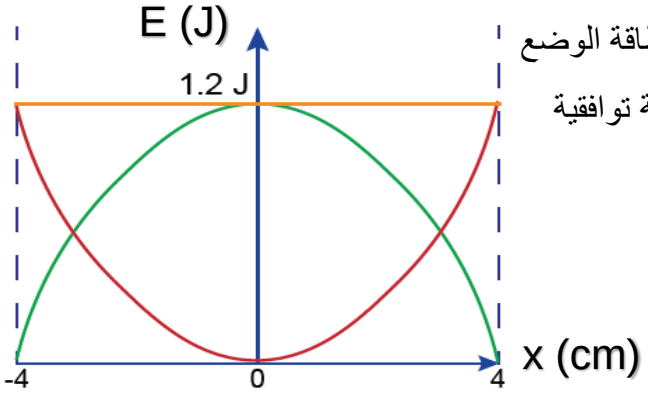
.....

.....

.....

.....

.....



س3: يبين الرسم البياني المقابل، تبادل الطاقة الحركية وطاقة الوضع المرونية لنظام كتلة – نابض، بحيث يخضع النظام لحركة توافقية بسيطة، إذا علمت أن الكتلة مقدارها 0.05 kg ، احسب:

1. طاقة الوضع المرونية للنظام عند الإزاحة 2cm
2. طاقة الحركة للنظام عند الإزاحة 2cm
3. طاقة الحركة للنظام عند الإزاحة 3cm
4. إزاحة الكتلة عن موضع الاتزان عند اللحظة التي تتساوى فيها طاقة الحركة للنظام مع طاقة الوضع المرونية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

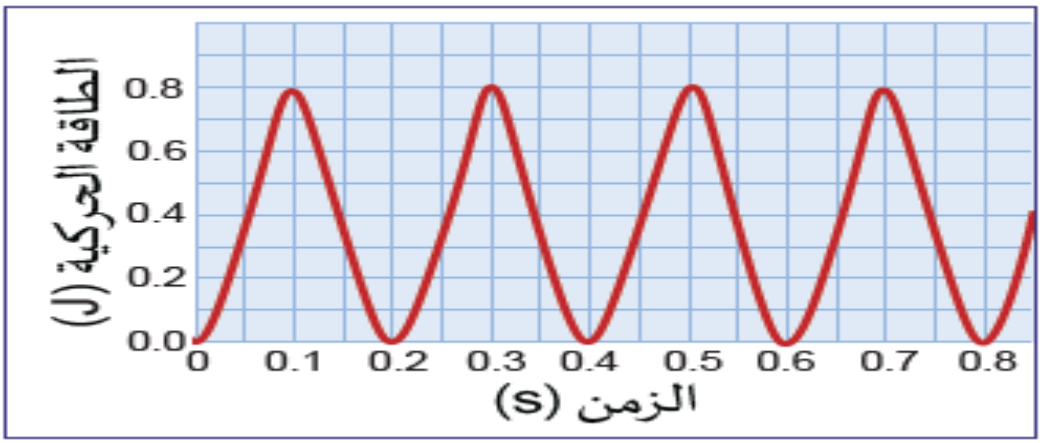
س4: يبيّن الرسم البياني، التغير في الطاقة الحركية لكتلة مهتزة مقدارها 0.25 kg معلّقة بنابض.

1. احسب التردد الزاوي. 2. احسب سعة الاهتزازة. 3. احسب ثابت النابض.

4. أنشئ رسماً بيانياً للتغير في طاقة الوضع بدلالة الزمن للكتلة نفسها.

5. ما هي اللحظة الزمنية **الثانية** التي تبلغ عندها طاقة الوضع المرونية قيمتها العظمى من بدأ الحركة.

6. ما هي اللحظة الزمنية **الأولى** التي تتساوى فيها طاقة الوضع المرونية مع طاقة الحركة للنظام.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

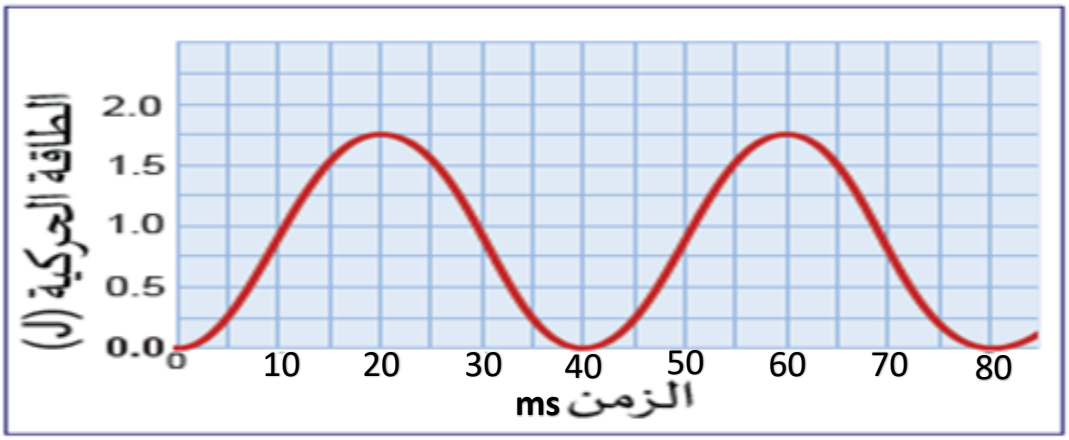
س5: يبيّن الرسم البياني، التغير في الطاقة الحركية لكتلة مهتزة معلّقة بنابض (K = 90 N/m)

1. احسب التردد الزاوي. 2. احسب سعة الاهتزازة. 3. احسب الكتلة المعلقة بالنابض.

4. أنشئ رسماً بيانياً للتغير في طاقة الوضع بدلالة الزمن للكتلة نفسها.

5. ما هي اللحظة الزمنية **الثالثة** التي تبلغ عندها طاقة الوضع المرونية قيمتها العظمى من بدأ الحركة.

6. ما هي اللحظة الزمنية **الثانية** التي تتساوى فيها طاقة الوضع المرونية مع طاقة الحركة للنظام.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

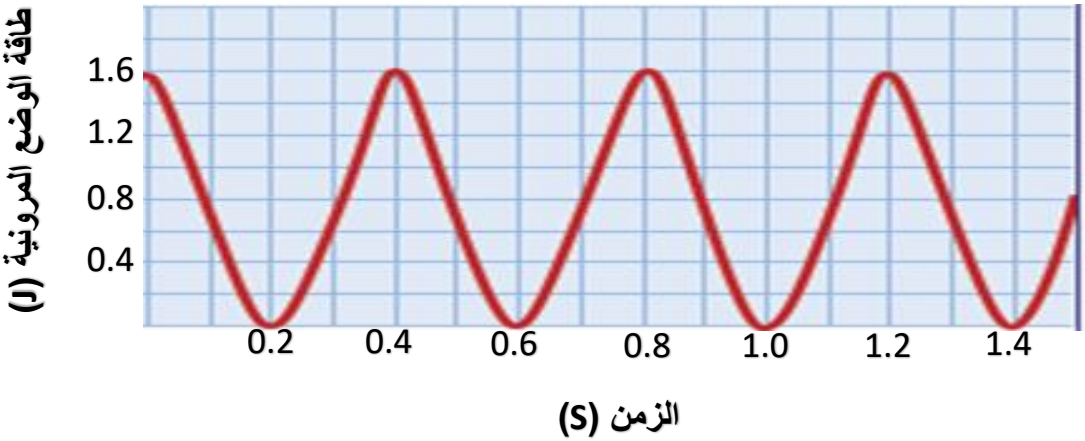
س6: يبيّن الرسم البياني، التغير في طاقة الوضع المرونية لكتلة مهتزة معلّقة بنابض(K = 70 N/m)

1. احسب التردد الزاوي. 2. احسب سعة الاهتزازة. 3. احسب الكتلة المعلقة بالنابض.

4. أنشئ رسماً بيانياً للتغير في طاقة الحركة بدلالة الزمن للكتلة نفسها.

5. ما هي اللحظة الزمنية **الثانية** التي تبلغ عندها طاقة الحركة قيمتها العظمى من بدأ الحركة.

6. ما هي اللحظة الزمنية **الثالثة** التي تتساوى فيها طاقة الوضع المرونية مع طاقة الحركة للنظام.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....