

## CHỦ ĐỀ

### HỆ THỐNG CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP DAO ĐỘNG CƠ

2009 - 2017

**Câu 1: (Quốc gia – 2009)** Một con lắc lò xo dao động điều hòa. Biết lò xo có độ cứng 36 N/m và vật nhỏ có khối lượng 100 g. Lấy  $\pi^2 = 10$ . Động năng của con lắc biến thiên theo thời gian với tần số

A. 6 Hz.

B. 3 Hz.

C. 12 Hz.

D. 1 Hz.

+ Động năng của con lắc lò xo dao động điều hòa

$$E_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \left[ \frac{1 - \cos(2\omega t + 2\varphi)}{2} \right] \Rightarrow \text{Động năng biến thiên với tần số góc } 2\omega$$

+ Tần số góc của dao động  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = 3 \text{ Hz}$ , vậy động năng của con lắc sẽ biến thiên với tần số 6 Hz

✓ **Đáp án A**

**Tổng quát hóa:** Nếu con lắc lò xo dao động với chu kì T thì động năng, thế năng của con lắc sẽ biến thiên với chu kì  $\frac{T}{2}$  và tần số 2f

**Câu 2: (Quốc gia – 2009)** Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa. Trong khoảng thời gian  $\Delta t$ , con lắc thực hiện 60 dao động toàn phần; thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44 cm thì cũng trong khoảng thời gian  $\Delta t$  ấy, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Chiều dài ban đầu của con lắc là

A. 144 cm.

B. 60 cm.

C. 80 cm.

D. 100 cm.

Nhắc lại định nghĩa về chu kì của con lắc đơn:

+ Chu kì là thời gian để con lắc thực hiện được một dao động toàn phần

Áp dụng cho hai trường hợp

$$T_1 = \frac{\Delta t}{60} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{và} \quad T_2 = \frac{\Delta t}{50} = \sqrt{\frac{l+44}{g}}$$

$\Rightarrow$  Để tránh sai lầm trong quá trình xác định biểu thức  $T = \frac{\Delta t}{60}$  hay  $T = \frac{60}{\Delta t}$  ta nên để ý rằng chu kì có đơn vị là giây, tỉ số

$$\left[ \frac{60}{\Delta t} \right] = \frac{1}{s} = \text{Hz} \text{ đây là đơn vị của tần số, không phải chu kì}$$

+ Từ hai biểu thức trên ta thu được:  $\frac{1+44}{1} = \frac{36}{25} \Rightarrow l = 100 \text{ cm}$

✓ **Đáp án D**

**Câu 3: (Quốc gia – 2009)** Chuyển động của một vật là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương. Hai dao động này có phương trình lần lượt là  $x_1 = 4\cos\left(10t + \frac{\pi}{4}\right)$  cm và  $x_2 = 3\cos\left(10t - \frac{3\pi}{4}\right)$  cm. Độ lớn vận tốc của vật ở vị trí cân bằng là

- A. 100 cm/s.                      B. 50 cm/s.                      C. 80 cm/s.                      D. 10 cm/s.

+ Dao động của vật có phương trình  $x = x_1 + x_2 = 1\cos\left(10t + \frac{\pi}{4}\right)$  cm.

+ Khi vật đi qua vị trí cân bằng thì vận tốc có độ lớn cực đại  $|v|_{\max} = \omega A = 10 \text{ cm/s}$ .

✓ **Đáp án A**

**Câu 4: (Quốc gia – 2009)** Một con lắc lò xo có khối lượng vật nhỏ là 50 g. Con lắc dao động điều hòa theo một trục cố định nằm ngang với phương trình  $x = A\cos\omega t$ . Cứ sau những khoảng thời gian 0,05 s thì động năng và thế năng của vật lại bằng nhau. Lấy  $\pi^2 = 10$ . Lò xo của con lắc có độ cứng bằng

- A. 50 N/m                      B. 100 N/m                      C. 25 N/m                      D. 200 N/m

+ Động năng của vật bằng thế năng sau các khoảng thời gian  $t = 0,25T$ , vậy  $T = 0,2 \text{ s}$ .

+ Độ cứng của lò xo  $k = m\omega^2 = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = 50 \text{ N/m}$ .

✓ **Đáp án A**

**Câu 5: (Quốc gia – 2009)** Một vật dao động điều hòa có phương trình  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ . Gọi v và a lần lượt là vận tốc và gia tốc của vật. Hệ thức đúng là :

- A.  $\frac{v^2}{\omega^4} + \frac{a^2}{\omega^2} = A^2$                       B.  $\frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^2} = A^2$                       C.  $\frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^4} = A^2$                       D.  $\frac{\omega^2}{v^2} + \frac{a^2}{\omega^4} = A^2$

+ Sử dụng công thức độc lập cho hai đại lượng vuông pha

$$\left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{a}{a_{\max}}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2 A}\right)^2 = 1 \text{ hay } \frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^4} = A^2$$

✓ **Đáp án C**

**Câu 6: (Quốc gia – 2009)** Khi nói về dao động cưỡng bức, phát biểu nào sau đây là **đúng**?

- A. Dao động của con lắc đồng hồ là dao động cưỡng bức.

- B. Biên độ của dao động cưỡng bức là biên độ của lực cưỡng bức.
- C. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.
- D. Dao động cưỡng bức có tần số nhỏ hơn tần số của lực cưỡng bức.

Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng với tần số của ngoại lực.

✓ **Đáp án C**

**Câu 7: (Quốc gia – 2009)** Một vật dao động điều hòa theo một trục cố định (mốc thế năng ở vị trí cân bằng) thì.

- A. động năng của vật cực đại khi gia tốc của vật có độ lớn cực đại.
- B. khi vật đi từ vị trí cân bằng ra biên, vận tốc và gia tốc của vật luôn cùng dấu.
- C. khi ở vị trí cân bằng, thế năng của vật bằng cơ năng.
- D. thế năng của vật cực đại khi vật ở vị trí biên.

+ Động năng của vật cực đại tại vị trí tốc độ cực đại, tốc độ cực đại tại vị trí cân bằng, gia tốc của vật có độ lớn cực đại tại vị trí biên.

+ Khi vật chuyển động từ vị trí cân bằng ra vị trí biên là chuyển động chậm dần, trong chuyển động chậm dần vận tốc và gia tốc luôn ngược dấu (ngược lại trong chuyển động nhanh dần vận tốc và gia tốc luôn cùng dấu).

+ Vật ở vị trí cân bằng thế năng cực tiểu.

+ Thế năng của vật cực đại ở vị trí biên.

✓ **Đáp án D**

**Câu 8: (Quốc gia – 2010)** Tại nơi có gia tốc trọng trường  $g$ , một con lắc đơn dao động điều hòa với biên độ góc  $\alpha_0$  nhỏ. Lấy mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi con lắc chuyển động nhanh dần theo chiều dương đến vị trí có động năng bằng thế năng thì li độ góc  $\alpha$  của con lắc bằng

- A.  $\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$
- B.  $\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$
- C.  $-\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$
- D.  $-\frac{\alpha_0}{\sqrt{3}}$

+ Cơ năng của con lắc đơn  $E_d + E_t = E$  kết hợp với giả thuyết  $E_d = E_t$

$$\Rightarrow 2E_t = E \Leftrightarrow 2\left(\frac{1}{2}mgl\alpha^2\right) = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 \Rightarrow \alpha = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}\alpha_0$$

+ Ta chú ý rằng con lắc đang chuyển động nhanh dần đều  $\Rightarrow$  con lắc đang chuyển động từ biên về vị trí cân bằng

$$\Rightarrow \alpha = -\frac{\sqrt{2}}{2}\alpha_0$$

✓ **Đáp án C**

**Câu 9: (Quốc gia – 2010)** Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì T. Trong khoảng thời gian ngắn nhất khi đi từ vị trí biên có li độ  $x = A$  đến vị trí  $x = -\frac{A}{2}$ , chất điểm có tốc độ trung bình là

A.  $\frac{6A}{T}$ .

B.  $\frac{9A}{2T}$ .

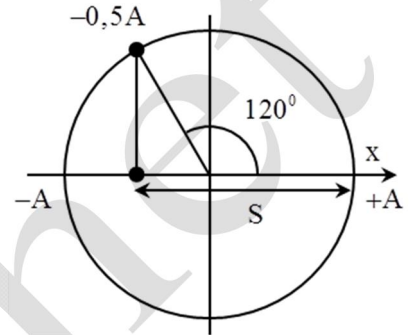
C.  $\frac{3A}{2T}$ .

D.  $\frac{4A}{T}$ .

+ Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ  $x = A$  đến vị trí  $x = -\frac{A}{2}$  ứng với góc quét  $\varphi$ .

+ Từ hình vẽ ta tính được  $\varphi = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{T}{3}$

+ Tốc độ trung bình của chất điểm này:  $v_{tb} = \frac{S}{t} = \frac{A + 0,5A}{\frac{T}{3}} = \frac{9A}{2T}$



✓ **Đáp án B**

**Câu 10: (Quốc gia – 2010)** Một con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì T và biên độ 5 cm. Biết trong một chu kì, khoảng thời gian để vật nhỏ của con lắc có độ lớn gia tốc không vượt quá  $100 \text{ cm/s}^2$  là  $\frac{T}{3}$ . Lấy  $\pi^2 = 10$ . Tần số dao động của vật là

A. 4 Hz.

B. 3 Hz.

C. 2 Hz.

D. 1 Hz.

+ Gia tốc cực đại của con lắc  $a_{\max} = \omega^2 A$

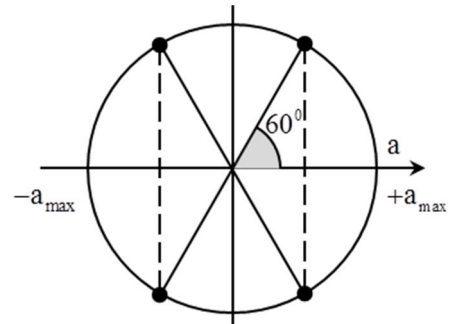
+ Gia tốc có độ lớn không vượt quá  $100 \text{ cm/s}^2$  ứng với khoảng thời gian

$t = \frac{T}{3} \Rightarrow 4\varphi = \frac{4\pi}{3} \Leftrightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$

+ Mặc khác

$\cos \varphi = \frac{100}{\omega^2 A} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{100}{A \cos \varphi}} = 2\pi \text{ rad/s.}$

+ Tần số của dao động  $f = \frac{\omega}{2\pi} = 1 \text{ Hz}$



✓ **Đáp án D**

**Câu 11: (Quốc gia – 2010)** Dao động tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình li độ  $x = 3 \cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$  cm. Biết dao động thứ nhất có phương trình li độ  $x_1 = 5 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$  cm. Dao động thứ hai có phương trình li độ là

A.  $x_2 = 8 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$  cm

B.  $x_2 = 2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$  cm

C.  $x_2 = 2 \cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$  cm

D.  $x_2 = 8 \cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$  cm

+ Ta có  $x = x_1 + x_2 \Rightarrow x_2 = x - x_1 = 8 \cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$  cm.

✓ **Đáp án D**

**Câu 12: (Quốc gia – 2010)** Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ khối lượng 0,02 kg và lò xo có độ cứng 1 N/m. Vật nhỏ được đặt trên giá đỡ cố định nằm ngang dọc theo trục lò xo. Hệ số ma sát trượt giữa giá đỡ và vật nhỏ là 0,1. Ban đầu giữ vật ở vị trí lò xo bị nén 10 cm rồi buông nhẹ để con lắc dao động tắt dần. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Tốc độ lớn nhất vật nhỏ đạt được trong quá trình dao động là

A.  $10\sqrt{30}$  cm/s.

B.  $20\sqrt{6}$  cm/s.

C.  $40\sqrt{2}$  cm/s.

D.  $40\sqrt{3}$  cm/s.

Trong quá trình dao động tắt dần, con lắc đạt tốc độ cực đại khi nó đi qua vị trí cân bằng tạm lần thứ nhất

+ Vị trí cân bằng tạm ở đây được hiểu là vị trí mà lực đàn hồi cân bằng với lực ma sát

$$\mu mg = k\Delta l_0 \Rightarrow \Delta l_0 = \frac{\mu mg}{k} = 2 \text{ cm}$$

+ Áp dụng định luật bảo toàn và biến thiên cơ năng

$$\frac{1}{2}kX_0^2 = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 + \frac{1}{2}k\Delta l_0^2 = \mu mg(X_0 - \Delta l_0) \Rightarrow v_{\max} = \omega(X_0 - \Delta l_0) = 40\sqrt{2} \text{ cm/s}$$

✓ **Đáp án C**

**Câu 13: (Quốc gia – 2010)** Lực kéo về tác dụng lên một chất điểm dao động điều hòa có độ lớn

A. tỉ lệ với độ lớn của li độ và luôn hướng về vị trí cân bằng

B. tỉ lệ với bình phương biên độ

C. không đổi nhưng hướng thay đổi

D. và hướng không đổi

+ Lực kéo về hay lực phục hồi trong dao động điều hòa xác định bằng biểu thức.

$$F_{\text{ph}} = -kx \Rightarrow F_{\text{ph}} \text{ tỉ lệ với độ lớn của li độ và luôn hướng về vị trí cân bằng.}$$

✓ **Đáp án A**

**Câu 14: (Quốc gia – 2010)** Một dao động tắt dần có các đại lượng giảm liên tục theo thời gian là

A. biên độ và năng lượng.

B. li độ và tốc độ.

C. biên độ và tốc độ.

D. biên độ và gia tốc.

+ Vật dao động tắt dần thì có biên độ và năng lượng giảm liên tục theo thời gian.

✓ **Đáp án A**

**Câu 15: (Quốc gia – 2011)** Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox. Khi chất điểm đi qua vị trí cân bằng thì tốc độ của nó là 20 cm/s. Khi chất điểm có tốc độ là 10 cm/s thì gia tốc của nó có độ lớn là  $40\sqrt{3}$  cm/s<sup>2</sup>. Biên độ dao động của chất điểm là

A. 5 cm.

B. 4 cm.

C. 10 cm.

D. 8 cm.

+ Tốc độ của vật khi qua vị trí cân bằng  $|v| = |v|_{\max} = \omega A = 20$  cm/s

Sử dụng công thức độc lập

$$\left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2 A}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 + \frac{1}{\omega^2} \left(\frac{a}{\omega A}\right)^2 = 1 \Rightarrow \omega = 4 \text{ rad/s}$$

+ Thay vào biểu thức đầu tiên  $\Rightarrow A = 5$  cm

✓ **Đáp án A**

**Câu 16: (Quốc gia – 2011)** Một chất điểm dao động điều hòa theo phương trình  $x = 4 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t\right)$  (x tính bằng cm; t tính bằng s). Kể từ  $t = 0$ , chất điểm đi qua vị trí có li độ  $x = -2$  cm lần thứ 2011 tại thời điểm

A. 3015 s.

B. 6030 s.

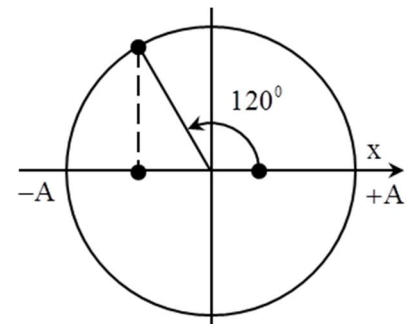
C. 3016 s.

D. 6031 s.

+ Ta để ý rằng trong một chu kì chất điểm sẽ đi qua vị trí  $x = -2$  cm hai lần, vậy nó sẽ cần 1005T để đi qua vị trí này 2010 lần.

+ Ta chỉ việc lần còn lại ứng với thời gian chất điểm ở vị trí ban đầu đi đến vị trí  $x = -2$  cm lần thứ nhất.

Tổng thời gian sẽ là  $t = 1005T + t_1 = 3016$  s



✓ **Đáp án C**

**Câu 17: (Quốc gia – 2011)** Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox với biên độ 10 cm, chu kì 2 s. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tốc độ trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian ngắn nhất khi chất điểm đi từ vị trí có động năng bằng 3 lần thế năng đến vị trí có động năng bằng  $\frac{1}{3}$  lần thế năng là

A. 26,12 cm/s.

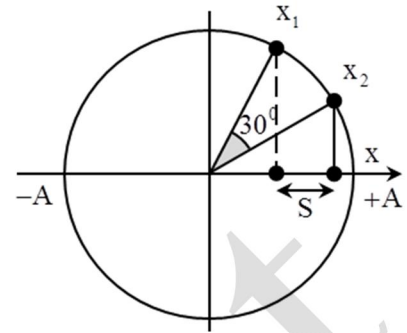
B. 7,32 cm/s.

C. 14,64 cm/s.

D. 21,96 cm/s.

+ Các vị trí động năng bằng 3 lần thế năng và bằng một phần ba lần thế năng

$$\text{tương ứng } \begin{cases} x_1 = \pm \frac{A}{2} \\ x_2 = \pm \frac{\sqrt{3}}{2} A \end{cases}$$



$$+ \text{ Tốc độ trung bình của vật } v_{tb} = \frac{S}{t} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} A - \frac{A}{2}}{\frac{T}{6} - \frac{T}{12}} = 21,96 \text{ cm/s.}$$

✓ **Đáp án D**

**Câu 18: (Quốc gia – 2011)** Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn  $a$  thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 2,52 s. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc cũng có độ lớn  $a$  thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là 3,15 s. Khi thang máy đứng yên thì chu kì dao động điều hòa của con lắc là

A. 2,96 s.

B. 2,84 s.

C. 2,61 s.

D. 2,78 s.

+ Phương trình định luật II Newton cho con lắc  $\vec{T} + \vec{P} = m\vec{a}$  hay  $\vec{T} + \vec{P}_{bk} = 0$

+ Với  $\vec{P}_{bk}$  là trọng lực biểu kiến tác dụng lên con lắc  $\vec{P}_{bk} = \vec{P} - m\vec{a} = m(\vec{g} - \vec{a}) \Rightarrow \vec{g}_{bk} = \vec{g} - \vec{a}$

+ Vậy chu kì của con lắc lúc này là  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{bk}}}$

Áp dụng cho bài toán

+ Khi thang máy đi lên nhanh dần đều  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}}$

+ Khi thang máy đi lên chậm dần đều  $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}}$

+ Khi thang máy đứng yên  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Từ ba biểu thức trên ta thu được  $\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} = \frac{2}{T_0^2}$  đây cũng là một biểu thức đáng nhớ. Ta tính được  $T_0 = 2,78$  s.

✓ **Đáp án D**

**Câu 19: (Quốc gia – 2011)** Dao động của một chất điểm có khối lượng 100 g là tổng hợp của hai dao động điều hòa cùng phương, có phương trình li độ lần lượt là  $x_1 = 5\cos 10t$  và  $x_2 = 10\cos 10t$  ( $x_1$  và  $x_2$  tính bằng cm,  $t$  tính bằng s). Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Cơ năng của chất điểm bằng

A. 0,1125 J.

B. 225 J.

C. 112,5 J.

D. 0,225 J.

+ Ta để ý thấy rằng hai dao động thành phần này cùng pha với nhau nên  $A = A_1 + A_2 = 15 \text{ cm}$

Cơ năng của chất điểm là:  $E = \frac{1}{2} m\omega^2 A = 0,1125 \text{ J}$

✓ **Đáp án A**

**Câu 20: (Quốc gia – 2011)** Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ có một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ  $m_1$ . Ban đầu giữ vật  $m_1$  tại vị trí mà lò xo bị nén 8 cm, đặt vật nhỏ  $m_2$  (có khối lượng bằng khối lượng vật  $m_1$ ) trên mặt phẳng nằm ngang và sát với vật  $m_1$ . Buông nhẹ để hai vật bắt đầu chuyển động theo phương của trục lò xo. Bỏ qua mọi ma sát. Ở thời điểm lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì khoảng cách giữa hai vật  $m_1$  và  $m_2$  là

A. 4,6 cm.

B. 2,3 cm.

C. 5,7 cm.

D. 3,2 cm.

+ Ta nhận thấy rằng vật  $m_2$  sẽ tách khỏi vật  $m_1$  khi hệ hai vật này đi qua vị trí cân bằng lần đầu tiên. Vì trước đó vật  $m_1$  chuyển động nhanh dần từ biên về vị trí cân bằng nên vật  $m_2$  luôn luôn chuyển động với cùng tốc độ. Tại vị trí cân bằng vật  $m_1$  bắt đầu giảm tốc độ trong khi đó  $m_2$  vẫn chuyển động tiếp tục với tốc độ bằng tốc độ cực đại của hệ trước đó, nghĩa là



$$v_2 = \omega A = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} A = \sqrt{\frac{k}{2m_1}} A = v_1$$

+ Vật  $m_1$  sau khi được tách khỏi  $m_2$  tiếp tục dao động điều hòa với chu kì  $T' = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$  và biên độ được xác định

$$A' = \frac{v}{\omega'} = \frac{\sqrt{\frac{k}{2m_1}} A}{\sqrt{\frac{k}{m_1}}} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

+ Vật  $m_1$  đi từ vị trí cân bằng ra đến vị trí lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên mất khoảng thời gian  $t = \frac{T'}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m_1}{k}}$

Khoảng cách giữa hai vật khi đó là  $\Delta x = v_2 t - A = \sqrt{\frac{k}{2m_1}} A \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m_1}{k}} - A = \frac{\pi A}{2\sqrt{2}} - \frac{A}{\sqrt{2}} = 3,22 \text{ cm}$

✓ **Đáp án D**

**Câu 21: (Quốc gia – 2011)** Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox. Trong thời gian 31,4 s chất điểm thực hiện được 100 dao động toàn phần. Góc thời gian là lúc chất điểm đi qua vị trí có li độ 2 cm theo chiều âm với tốc độ là  $40\sqrt{3} \text{ cm/s}$ . Lấy  $\pi = 3,14$ . Phương trình dao động của chất điểm là

A.  $x = 6 \cos\left(20t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ cm}$

B.  $x = 4 \cos\left(20t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm}$