|  |  |
| --- | --- |
| **CHỦ ĐỀ**  **13** | **DAO ĐỘNG MỘT PHẦN CỦA CON LẮC LÒ XO**  **TRONG BÀI NHIỀU BIẾN ĐỔI** |

**I. TỔNG QUANG VỀ BÀI TOÁN DAO ĐỘNG TUẦN HOÀN LIÊN QUAN ĐẾN CON LẮC LÒ XO**

**1. Tổng quan về bài toán dao động tuần hòa liên quan đến con lắc lò xo**

Khác với bài toán dao động điều hòa đơn thuần của con lắc lò xo, tùy vào thuộc tính của cơ hệ và sự tác động của trường lực ngoài làm thuộc tính của cơ hệ thay đổi, do đó vật không còn dao động với một chu kì xác định T.

+ Phương pháp giải quyết chung nhất cho dạng toán này là ta tiến hành chia nhỏ, thay thế dao động toàn phần của vật thành các giao động thành phần với chu kì T1, T2 và T3 ...Tn. Tùy thuộc vào thời gian tồn tại của trạng thái dao động ứng với chu kì Tn mà ta có thể xác định được chu kì dao động toàn phần của vật.

**2. Tuyển chọn các bài toán điển hình**

|  |  |
| --- | --- |
| **Câu 1: (Chuyên Nguyễn Diêu – 2018)** Một con lắc lò xo gồm một quả cầu khối lượng 40 g gắn với lò xo có độ cứng k1 = 40 N/m được đặt trên mặt phẳng nằm ngang không ma sát. Quả cầu đựoc nối với 1 sợi dây cao su nhẹ có hệ số đàn hồi k2 = k1 . Ở vị trí cân bằng lò xo và sợi dây đều không biến dạng. Bỏ qua mọi ma sát, lấy π2 = 10. Chu kỳ dao động nhỏ của quả cầu quanh vị trí cân bằng là:  **A.** 0,17 s. **B.** 0,07 s.  **C.** 0,4 s. **D.** 0,2 s. |  |

**Hướng dẫn:**

+ Lực đàn hồi của sợi dây chỉ xuất hiện khi dây không bị chùng.

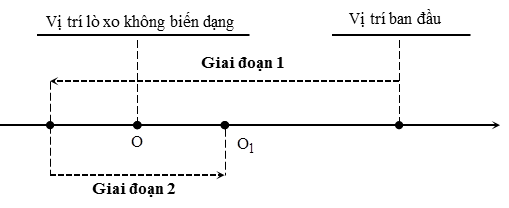
→ Do vậy dao động của con lắc là dao động tuần hoàn, một nửa chu kì bên trái tương đương dưới tác dụng của lò xo có độ cứng 2k, một nửa chu kì bên phải tương tương dưới tác dụng của lò xo có độ cứng k.

→ s.

* **Đáp án A**

|  |  |
| --- | --- |
| **Câu 2: (Quốc gia – 2018)** Cho cơ hệ như hình vẽ bên. Vật m khối lượng 100 g có thể chuyển động tịnh tiến, không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang dọc theo trục lò xo có k = 40 N/m. Vật M khối lượng 300 g có thể trượt trên m với hệ số ma sát μ = 0,2. Ban đầu, giữ m đứng yên ở vị trí lò xo dãn 4,5 cm, dây D (mềm, nhẹ, không dãn) song song với trục lò xo. Biết M luôn ở trên m và tiếp xúc giữa hai vật nằm ngang. Lấy gia tốc trọn trường g = 10 m/s2. Thả nhẹ cho m chuyển động. Tính từ lúc thả đến khi m đổi chiều chuyển động lần thứ 2 thì tốc độ trung bình của m là:  **A.** 2,23 cm/s. **B.** 19,1 cm/s.  **C.** 28,7 cm/s. **D.** 33,4 cm/s. |  |

**Hướng dẫn:**

****

+ Nhận thấy rằng, lực ma sát trượt giữa M và m chỉ tồn tại khi dây D căng → tương ứng với chuyển động của m về phía bên trái. Do vậy ta có thể chia quá trình chuyển động của m thành các giai đoạn sau:

**Giai đoạn 1: Dao động tắt dần quanh vị trí cân bằng tạm O1**

+ Tại vị trí cân bằng tạm, lực đàn hồi cân bằng với lực ma sát kΔl0 = μMg → cm.

→ Biên độ dao động trong giai đoạn này là A1 = 4,5 – 1,5 = 3 cm.

+ Vật chuyển động đến biên thì đổi chiều lúc này lò xo bị nén một đoạn Δl = 3 – 1,5 = 1,5 cm.

Thời gian tương ứng trong giai đoạn này s.

**Giai đoạn 2: m đổi chiều chuyển động → dây chùng không còn ma sát trượt nữa → hệ hai vật m + M dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng O (vị trí lò xo không biến dạng)**

+ Biên độ dao động của vật ở giai đoạn này A2 = 1,5 cm (biên độ này nhỏ hơn cm để M không trượt trong quá trình dao động).

Thời gian tương ứng đến khi vật đổi chiều lần thứ hai s.

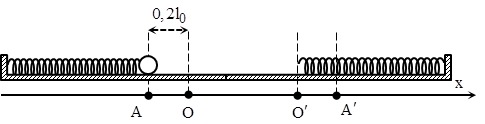
→ Tốc độ trung bình của m trong hai giai đoạn trên cm/s.

* **Đáp án B**

**Câu 3: (Chuyên Lam Sơn – 2015)** Trên mặt phẳng ngang có hai lò xo nhẹ độ cứng k, chiều dài tự nhiên l0. Một đầu của mỗi lò xo cố định tại A, B và trục các lò xo trùng với đường thẳng qua AB. Đầu tự do còn lại của các lò xo ở trong khoảng A, B và cách nhau l0. Đặt một vật nhỏ khối lượng m giữa hai lò xo, đẩy vật m để nén lò xo gắn với A một đoạn Δl = 0,2l0 rồi buông nhẹ. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản của môi trường Chu kì dao động của vật m là

**A.** . **B.**  **. C.** . **D.** .

**Hướng dẫn:**



Ta có thể chia nửa chu kì chuyển động của m thành các giai sau:

**+ Giai đoạn 1: vật dao động điều hòa từ biên đến vị trí cân bằng O.**

Tần số góc của dao động trong giai đoạn này → .

+ Vật đi từ biên A đến vị trí cân bằng O tương ứng với khoảng thời gian .

→ Khi đến O tốc độ của vật là 

**+ Giai đoạn 2: vật chuyển động thẳng đều từ O đến .**

Chuyển động trong giai đoạn này được xem là thẳng đều với vận tốc v0, vậy thời gian để vật chuyển động trong quãng đường này là 

**+ Giai đoạn 3: vật dao động điều hòa từ vị trí cân bằng O′ đến biên A′.**

Vật đi từ vị trí cân bằng O′ đến biên A′ tương ứng với khoảng thời gian.

→ Vậy chu kì chuyển động của vật m là: 

* **Đáp án C**

|  |  |
| --- | --- |
| **Câu 4: (Chuyên Vinh – 2018)** Một lò xo và một sợi dây đàn hồi nhẹ có cùng chiều dài tự nhiên được treo thẳng đứng vào cùng một điểm cố định đầu còn lại của lò xo và sợi dây gắn vào vật nặng có khối lượng m = 100 gam như hình vẽ. Lò xo có độ cứng k1 =10 N/m, sợi dây khi bị kéo giãn xuất hiện lực đàn hồi có độ lớn tỉ lệ với độ giãn của sợi dây với hệ số đàn hồi k2 = 30 N/m, (sợi dây khi bị kéo giãn tương đương như một lò xo khi dây bị chùng lực đàn hồi triệt tiêu). Ban đầu vật đang ở vị trí cân bằng, kéo vật thẳng đứng xuống dưới một đoạn a = 5 cm rồi thả nhẹ. Khoảng thời gian kể từ khi thả cho đến khi vật đạt độ cao cực đại lần thứ nhất xấp xỉ bằng  **A.** 0,157 s **B.** 0,751 s  **C.** 0,175 s **D.** 0,457 s |  |

**Hướng dẫn:**

Để đơn giản, ta có thể chia quá trình chuyển động của vật thành hai gia đoạn.

* Giai đoạn chuyển động từ biên dưới đến vị trí lò xo khống biến dạng → lực đàn hồi là hợp lực của lò xo và dây tương ứng với lò xo có độ cứng k = k1 + k2 = 40 N/m.
* Giai đoạn hai từ vị trí lò xo không biến dạng đến vị trí lò xo bị nén cực đại, lúc này dây bị chùng nên không tác dụng lực đàn hồi lên vật.

+ Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng cm = 0,5A.

→ Thời gian chuyển động từ biên dưới đến vị trí lò xo không biến dạng là s.

→ Vận tốc của vật ngay thời điểm đó cm/s.

+ Khi không còn lực đàn hồi của dây, ta xem vật dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng mới, nằm dưới vị trí cân bằng cũ một đoạn cm.

→ Biên độ dao động mới cm.

+ Thời gian để vật đến biên trên tương ứng là s.

→ Tổng thời gian t = t1 + t2 = 0,176 s.

* **Đáp án C**

|  |  |
| --- | --- |
| **Câu 5:** Cho cơ hệ như hình vẽ. Vật m có khối lượng 500 g được đặt trên tấm ván M dài có khối lượng 200 g. Ván nằm trên mặt phẳng nằm ngang nhẵn và được nối với giá bằng một lò xo có độ cứng 20 N/m. Hệ số ma sát giữa m và M là 0,4. Ban đầu hệ đang đứng yên, lò xo không biến dạng. Kéo m chạy đều với tốc độ u = 50 cm/s. M đi được quãng đường bao nhiêu cho đến khi dừng lại lần đầu?  **A.** 13 cm **B.** 8,0 cm  **C.** 16 cm **D.** 9,5 cm |  |

**Hướng dẫn:**

Quá trình chuyển động của vật M có thể chia thành các giai đoạn như sau:

**+ Giai đoạn 1: M dao động điều hòa dưới tác dụng của lực mat sát trượt từ vị trí ban đầu A đến vị trí B.**

Tần số góc của dao độngrad/s.

→ Biên độ dao động của vật trong giai đoạn này cm.

+ Tốc độ của vật khi đi qua vị trí cân bằng O′ (Fdh = Fmst) vM = vMmax = ωA = 100 cm/s.

Ta để ý rằng u = 0,5vmax → tại vị trí thì vM = u → không còn chuyển động tương đối giữa hai vật → ma sát lúc này là ma sát nghỉ.

**+ Giai đoạn 2: Hai vật M + m dính chặt vào nhau dao động điều hòa quanh vị trí lò xo không biến dạng.**

Tần số góc của dao động trong giai đoạn này rad/s.

→ Biên độ dao động của vật trong giai đoạn này:

cm.

+ Rõ ràng biên độ cm, nên trong giai đoạn trên không có sự trượt lên nhau giữa M và m.

→ Tổng quãng đường vật đi được là S = A2 = 9,5 cm.

* **Đáp án D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Câu 6:** Trên mặt phẳng nằm ngang nhẵn, có một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng 40 N/m và vật nhỏ A có khối lượng 0,1 kg. Vật A được nối với vật B có khối lượng 0,3 kg bằng sợi dây mềm, nhẹ, dài. Ban đầu kéo vật B để lò xo giãn 10 cm rồi thả nhẹ. Từ lúc thả đến khi vật A dừng lại lần đầu thì tốc độ trung bình của vật B bằng  **A.** 47,7 cm/s. **B.** 63,7 cm/s.  **C.** 75,8 cm/s. **D.** 81,3 cm/s. |  |

**Hướng dẫn:**

Để đơn giản, ta có thể chia quá chuyển động của vật B thành hai giai đoạn:

**Giai đoạn 1:** Dao động điều hòa cùng vật A với biên độ A = 10 cm.

+ Tần số góc của dao động rad/s.

+ Tốc độ của vật B khi đi qua vị trí lò xo không biến dạng vmax = ωA = 10.10 = 100 cm/s.

**Giai đoạn 2:** Chuyển động thẳng đều với vận tốc không đổi v = vmax = 100 cm/s. Vật A dao động điều hòa quanh vị trí lò xo không biến dạng với tần số góc rad/s.

+ Khi đi qua vị trí lò xo không biến dạng, tốc độ của vật A bắt đầu giảm → dây bắt đầu chùng. Vì dây là đủ dài nên vật B sẽ chuyển động thẳng đều.

+ Vật A dừng lại lần đầu tiên kể từ khi thả hai vật ứng với khoảng thời gian s.

→ Tốc độ trung bình của vật B: cm/s.

* **Đáp án C**