

— CHUYÊN ĐỀ —

DAO ĐỘNG

HIỂU BẢN CHẤT – NẮM VỮNG CÔNG THỨC – CHINH PHỤC KÌ THI



KIẾN THỨC TRỌNG TÂM

Hệ thống hoá lí thuyết, công thức cốt lõi, dễ hiểu, dễ nhớ



PHÂN DẠNG BÀI TẬP

Đa dạng dạng bài, bám sát cấu trúc đề thi



PHƯƠNG PHÁP GIẢI NHANH

Phân tích – Lập luận – Mẹo giải hiệu quả



BÀI TẬP MINH HỌA

Bài mẫu chi tiết, lời giải rõ ràng, dễ hiểu



BÀI TẬP NÂNG CAO HSG

Nâng cao tư duy vật lí và kỹ năng giải bài tập

DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$



CON LẮC ĐƠN

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

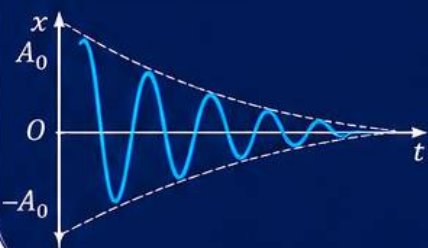


NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG

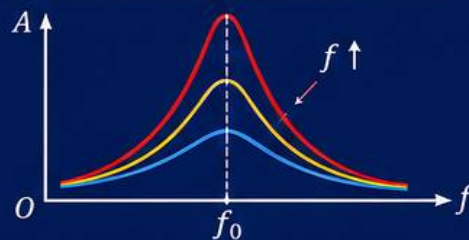
$$W = W_d + W_t$$

$$= \frac{1}{2} kA^2 = \text{hằng số}$$

DAO ĐỘNG TẮT DẦN



DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC – HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG



CÔNG THỨC CẦN NHỚ

VẬN TỐC ĐẪI



$$v = \omega R$$

GIÁO TỐC HƯỚNG TÂM



$$a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

LỰC HƯỚNG TÂM



$$F_{ht} = ma_n = \frac{mv^2}{R}$$

CHU KÌ – TẦN SỐ



$$T = \frac{2\pi}{\omega}; f = \frac{1}{T}$$

LIÊN HỆ



$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rf$$



BẮM SÁT
CHƯƠNG TRÌNH
GDPT 2018



HỆ THỐNG HÓA
KIẾN THỨC
KHOA HỌC



PHÁT TRIỂN
TƯ DUY
VẬT LÝ



NÂNG CAO
NĂNG LỰC GIẢI
BÀI TẬP



HIỂU BẢN CHẤT – LÀM CHỦ MỌI BÀI TOÁN DAO ĐỘNG

Physics Team | <https://physicsteam.vn>



CHUYÊN ĐỀ: DAO ĐỘNG

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	7
DẠNG 1: KHAI THÁC CÁC BIỂU DIỄN CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA	14
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	14
1. Dao động cơ và dao động tuần hoàn	14
2. Dao động điều hòa.....	14
3. Các vị trí đặc biệt trong dao động điều hòa.....	15
4. Chu kì, tần số và tần số góc	15
5. Pha dao động và trạng thái dao động	15
6. Mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều.....	16
7. Biểu diễn phương trình dao động dưới dạng sin và cos	16
8. Xác định phương trình dao động từ trạng thái ban đầu.....	17
9. Đổi gốc thời gian.....	18
10. Đồ thị li độ – thời gian.....	18
11. Xác định các đại lượng từ đồ thị $x - t$	19
12. Lập nhanh phương trình từ các điểm đặc biệt trên đồ thị.....	20
13. Lập phương trình dao động từ bảng số liệu hoặc kết quả thí nghiệm	20
14. Nhận biết một dao động điều hòa.....	21
II. GHI NHỚ NHANH.....	21
III. BÀI TẬP VẬN DỤNG	22
♦ PT Bài 1: Phân tích dữ liệu từ cảm biến dao động.....	22
♦ PT Bài 2: Khai thác đồ thị dao động	25
♦ PT Bài 3: Xây dựng phương trình dao động từ nhiều biểu diễn.....	27
♦ PT Bài 4: Khai thác dữ liệu từ cảm biến gia tốc.....	29
♦ PT Bài 5: Đánh giá mô hình dao động từ kết quả thí nghiệm	31
IV. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN.....	33
♦ PT Bài 6: Khai thác đồ thị dao động	33

♦ PT Bài 7: Chuyển đổi giữa các biểu diễn của dao động.....	34
♦ PT Bài 8: Khai thác biểu diễn vận tốc.....	36
♦ PT Bài 9: Đối chiếu phương trình với đồ thị.....	37
♦ PT Bài 10: Khai thác dữ liệu tọa độ và đổi gốc thời gian	38
DẠNG 2: PHÂN TÍCH TRẠNG THÁI DAO ĐỘNG	40
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	40
1. Trạng thái của vật dao động điều hòa.....	40
2. Li độ, vận tốc và gia tốc	40
3. Ý nghĩa của vận tốc và gia tốc	41
4. Quan hệ giữa li độ, vận tốc và gia tốc	41
5. Mối quan hệ về pha	42
6. Xác định chiều chuyển động từ pha dao động.....	43
7. Xác định pha từ trạng thái dao động	43
8. Xác định thời điểm vật có trạng thái cho trước.....	43
9. Xác định khoảng thời gian giữa hai trạng thái.....	44
10. Một số khoảng thời gian đặc biệt.....	44
11. Xác định thời gian vật đi giữa hai vị trí.....	44
12. Khai thác đồ thị $x - t$, $v - t$ và $a - t$	45
13. Đồ thị trạng thái trên mặt phẳng $x - v$	45
14. Số lần vật đi qua một vị trí.....	46
II. QUY TRÌNH PHÂN TÍCH TRẠNG THÁI DAO ĐỘNG.....	47
III. GHI NHỚ NHANH.....	47
IV. BÀI TẬP VẬN DỤNG	48
♦ PT Bài 1: Phân tích trạng thái dao động tại một thời điểm	48
♦ PT Bài 2: Xác định thời điểm vật đạt trạng thái cho trước.....	49
♦ PT Bài 3: Phân tích trạng thái dao động từ đồ thị vận tốc.....	51
♦ PT Bài 4: Khai thác mối liên hệ giữa li độ, vận tốc và gia tốc	52
♦ PT Bài 5: Phân tích trạng thái dao động của đầu rung trong thiết bị kiểm tra	55

V. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	57
♦ PT Bài 6: Xác định vận tốc từ li độ và chiều chuyển động	57
♦ PT Bài 7: Xác định thời điểm vật đạt trạng thái cho trước.....	58
♦ PT Bài 8: Khai thác đồ thị gia tốc – thời gian	59
♦ PT Bài 9: Vận dụng mối liên hệ giữa li độ, vận tốc và gia tốc.....	61
♦ PT Bài 10: Phân tích trạng thái dao động trong tình huống thực tiễn.....	62
DẠNG 3: PHÂN TÍCH NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA	64
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	64
1. Điều kiện áp dụng định luật bảo toàn cơ năng.....	64
2. Thế năng của vật dao động điều hòa	64
3. Động năng của vật dao động điều hòa	64
4. Cơ năng của vật dao động điều hòa	65
5. Tỉ phân động năng và thế năng.....	66
6. Vị trí động năng bằng thế năng.....	66
7. Trường hợp thế năng bằng n lần động năng.....	67
8. Trường hợp động năng bằng n lần thế năng.....	67
9. Xác định li độ và tốc độ từ tỉ phân cơ năng.....	67
10. So sánh động năng và thế năng.....	67
11. Sự chuyển hóa năng lượng trong một chu kì.....	68
12. Sự biến thiên của động năng và thế năng theo thời gian.....	68
13. Giá trị trung bình của động năng và thế năng.....	69
14. Các trạng thái năng lượng đặc biệt.....	69
15. Xác định trạng thái dao động từ năng lượng	70
16. Đồ thị năng lượng theo li độ	70
17. Đồ thị năng lượng theo thời gian	71
18. Khai thác năng lượng tại hai trạng thái	72
19. Năng lượng của con lắc lò xo nằm ngang	72
20. Năng lượng của con lắc lò xo thẳng đứng	72

21. Năng lượng của con lắc đơn dao động nhỏ	73
22. Năng lượng trong dao động thực tế.....	73
II. QUY TRÌNH PHÂN TÍCH NĂNG LƯỢNG.....	73
III. GHI NHỚ NHANH.....	74
IV. BÀI TẬP ÁP DỤNG.....	75
♦ PT Bài 1: Phân tích sự chuyển hóa năng lượng trong dao động điều hòa.....	75
♦ PT Bài 2: Phân tích đồ thị năng lượng trong dao động điều hòa.....	76
♦ PT Bài 3: Phân tích trạng thái dao động từ các đại lượng năng lượng	78
♦ PT Bài 4: Bài toán định lượng về năng lượng trong dao động điều hòa.....	80
♦ PT Bài 5: Đánh giá năng lượng của đầu rung trong thiết bị kiểm tra vật liệu.....	82
V. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	84
♦ PT Bài 6: Xác định động năng tại một vị trí.....	84
♦ PT Bài 7: Xác định thời gian theo điều kiện năng lượng	84
♦ PT Bài 8: Phân tích sự biến thiên năng lượng theo thời gian.....	85
♦ PT Bài 9: Xác định trạng thái dao động từ tỉ số năng lượng	86
♦ PT Bài 10: Xác định thời gian từ quá trình chuyển hóa năng lượng.....	87
DẠNG 4: DAO ĐỘNG TRONG THỰC TIỄN	89
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	89
1. Dao động tự do và tần số riêng	89
2. Dao động tắt dần	89
3. Đặc điểm của dao động tắt dần	89
4. Mô hình định lượng của dao động tắt dần.....	90
5. Mức độ tắt dần	91
6. Lợi ích và tác hại của dao động tắt dần	91
7. Dao động duy trì.....	91
8. Dao động cưỡng bức	92
9. Hai giai đoạn của dao động cưỡng bức	92
10. Biên độ của dao động cưỡng bức	93

11. Hiện tượng cộng hưởng	93
12. Bản chất của hiện tượng cộng hưởng	93
13. Đường cong cộng hưởng	93
14. Các yếu tố ảnh hưởng đến cộng hưởng	94
15. Phân biệt cộng hưởng và dao động có biên độ lớn	94
16. So sánh các loại dao động.....	95
17. Cộng hưởng có lợi.....	95
18. Cộng hưởng có hại	95
19. Biện pháp hạn chế cộng hưởng có hại.....	96
20. Bộ giảm xóc trong phương tiện giao thông	96
21. Dao động của cầu và công trình.....	97
22. Dao động của máy móc và thiết bị quay	97
23. Dao động của xích đu	97
24. Dao động của nhạc cụ.....	98
II. QUY TRÌNH GIẢI BÀI TOÁN DAO ĐỘNG TRONG THỰC TIỄN.....	98
III. GHI NHỚ NHANH.....	99
IV. BÀI TẬP VẬN DỤNG	100
♦ PT Bài 1: Đánh giá khả năng giảm rung của hệ giảm chấn ô tô.....	100
♦ PT Bài 2: Phân tích dao động duy trì của đồng hồ quả lắc.....	102
♦ PT Bài 3: Phân tích dao động cưỡng bức của máy sàng vật liệu.....	103
♦ PT Bài 4: Phân tích hiện tượng cộng hưởng của cầu đi bộ	105
♦ PT Bài 5: Thiết kế hệ thống chống rung cho máy giặt.....	107
V. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	109
♦ PT Bài 6: Dao động tắt dần của hệ giảm xóc	109
♦ PT Bài 7: Dao động duy trì của đồng hồ quả lắc.....	110
♦ PT Bài 8: Dao động cưỡng bức của máy rung.....	110
♦ PT Bài 9: Thời điểm máy đi qua vùng cộng hưởng.....	111
♦ PT Bài 10: Dao động tắt dần của thân máy giặt	112

LỜI NÓI ĐẦU

Chào mừng quý Thầy/Cô giáo và các em học sinh đến với **Physics 2018 series** – hệ thống tài liệu Vật lý được biên soạn bởi đội ngũ **Physics Team**, hướng tới việc hỗ trợ học sinh nắm vững kiến thức, phát triển tư duy và nâng cao năng lực giải quyết vấn đề.

Chuyên đề Dao động – Vật lý 11 là một nội dung quan trọng trong Chương trình Giáo dục phổ thông 2018. Kiến thức về dao động không chỉ giúp học sinh hiểu được nhiều hiện tượng chuyển động có tính tuần hoàn trong tự nhiên và kỹ thuật mà còn là nền tảng để tiếp tục nghiên cứu về sóng cơ, âm học, dòng điện xoay chiều và nhiều nội dung Vật lý ở các lớp học tiếp theo.

Tài liệu được xây dựng theo định hướng làm rõ **bản chất vật lý**, tăng cường khả năng **mô hình hóa**, sử dụng linh hoạt các biểu diễn toán học và hình thành tư duy giải quyết vấn đề. Thay vì chỉ ghi nhớ công thức, học sinh được hướng dẫn nhận diện trạng thái dao động, phân tích mối liên hệ giữa li độ, vận tốc, gia tốc, pha dao động và năng lượng của hệ.

Nội dung chuyên đề được tổ chức thành bốn dạng chính:

- **Dạng 1: Khai thác các biểu diễn của dao động điều hòa**

Hệ thống phương trình dao động, đồ thị, đường tròn pha và mối liên hệ giữa các đại lượng đặc trưng.

- **Dạng 2: Phân tích trạng thái dao động**

Xác định vị trí, chiều chuyển động, vận tốc, gia tốc, pha dao động và các thời điểm đặc biệt.

- **Dạng 3: Phân tích năng lượng trong dao động điều hòa**

Khảo sát động năng, thế năng, cơ năng và sự chuyển hóa năng lượng trong quá trình dao động.

- **Dạng 4: Dao động trong thực tiễn**

Vận dụng kiến thức về dao động tắt dần, dao động cưỡng bức và hiện tượng cộng hưởng để giải thích các hiện tượng trong đời sống, kỹ thuật.

Hệ thống bốn dạng bài được sắp xếp từ cơ bản đến nâng cao, phù hợp với nhiều mục tiêu học tập:

- Củng cố kiến thức và rèn luyện kỹ năng học tập trên lớp.
- Chuẩn bị cho các bài kiểm tra định kỳ và kì thi tốt nghiệp THPT.
- Phát triển năng lực vận dụng dành cho học sinh khá, giỏi và học sinh chuyên.
- Hình thành phương pháp phân tích bài toán rõ ràng, hạn chế việc giải bài theo khuôn mẫu.

Để giúp học sinh chuyển hóa kiến thức thành năng lực giải quyết vấn đề, mỗi dạng toán được trình bày theo cấu trúc thống nhất:

1. Hệ thống lý thuyết: Tóm tắt những kiến thức trọng tâm, làm rõ ý nghĩa vật lý của các đại lượng và mối liên hệ giữa các biểu diễn của dao động.

2. Phương pháp giải: Xây dựng quy trình phân tích theo từng bước, giúp học sinh lựa chọn công cụ phù hợp như phương trình dao động, đồ thị, hệ thức độc lập với thời gian hoặc đường tròn pha.

3. Hệ thống bài tập vận dụng mẫu: Mỗi bài được trình bày theo tiến trình:

Đề bài → Định hướng tư duy → Hướng dẫn giải → Lưu ý cho học sinh.

Cách trình bày này giúp học sinh hiểu được cơ sở của từng bước biến đổi, biết kiểm tra kết quả và từng bước hình thành phương pháp giải độc lập.

4. Hệ thống câu trắc nghiệm trả lời ngắn: Các câu hỏi được xây dựng theo định hướng đánh giá mới, chú trọng khả năng phân tích dữ kiện, xử lý số liệu, kiểm soát sai số và trình bày kết quả chính xác.

Physics Team hi vọng chuyên đề này sẽ trở thành tài liệu đồng hành hữu ích đối với giáo viên trong quá trình tổ chức dạy học và đối với học sinh trong quá trình tự học, ôn tập, rèn luyện tư duy Vật lí. Mỗi bài toán không chỉ nhằm tìm ra một đáp số mà còn là cơ hội để học sinh hiểu sâu hơn về quy luật dao động và biết vận dụng kiến thức vào những tình huống thực tiễn.

Physics Team trân trọng cảm ơn quý Thầy/Cô giáo và các em học sinh đã tin tưởng, sử dụng tài liệu.

Hệ thống phát hành và cập nhật tài liệu tại: <https://physicsteam.vn>

CHUYÊN ĐỀ: DAO ĐỘNG

MỤC LỤC

DẠNG 1: KHAI THÁC CÁC BIỂU DIỄN CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA	14
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	14
1. Dao động cơ và dao động tuần hoàn	14
2. Dao động điều hòa.....	14
3. Các vị trí đặc biệt trong dao động điều hòa.....	15
4. Chu kì, tần số và tần số góc	15
5. Pha dao động và trạng thái dao động	15
6. Mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều.....	16
7. Biểu diễn phương trình dao động dưới dạng sin và cos	16
8. Xác định phương trình dao động từ trạng thái ban đầu.....	17
9. Đổi gốc thời gian.....	18
10. Đồ thị li độ – thời gian.....	18
11. Xác định các đại lượng từ đồ thị $x - t$	19
12. Lập nhanh phương trình từ các điểm đặc biệt trên đồ thị.....	20
13. Lập phương trình dao động từ bảng số liệu hoặc kết quả thí nghiệm	20
14. Nhận biết một dao động điều hòa.....	21
II. GHI NHỚ NHANH.....	21
III. BÀI TẬP VẬN DỤNG	22
♦ PT Bài 1: Phân tích dữ liệu từ cảm biến dao động.....	22
♦ PT Bài 2: Khai thác đồ thị dao động	25
♦ PT Bài 3: Xây dựng phương trình dao động từ nhiều biểu diễn.....	27
♦ PT Bài 4: Khai thác dữ liệu từ cảm biến gia tốc.....	29
♦ PT Bài 5: Đánh giá mô hình dao động từ kết quả thí nghiệm	31
IV. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN.....	33
♦ PT Bài 6: Khai thác đồ thị dao động	33
♦ PT Bài 7: Chuyển đổi giữa các biểu diễn của dao động.....	34

♦ PT Bài 8: Khai thác biểu diễn vận tốc.....	36
♦ PT Bài 9: Đối chiếu phương trình với đồ thị	37
DẠNG 2: PHÂN TÍCH TRẠNG THÁI DAO ĐỘNG	40
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	40
1. Trạng thái của vật dao động điều hòa.....	40
2. Li độ, vận tốc và gia tốc	40
3. Ý nghĩa của vận tốc và gia tốc	41
4. Quan hệ giữa li độ, vận tốc và gia tốc	41
5. Mối quan hệ về pha	42
6. Xác định chiều chuyển động từ pha dao động.....	43
7. Xác định pha từ trạng thái dao động	43
8. Xác định thời điểm vật có trạng thái cho trước.....	43
9. Xác định khoảng thời gian giữa hai trạng thái.....	44
10. Một số khoảng thời gian đặc biệt	44
11. Xác định thời gian vật đi giữa hai vị trí.....	44
12. Khai thác đồ thị $x - t$, $v - t$ và $a - t$	45
13. Đồ thị trạng thái trên mặt phẳng $x - v$	45
14. Số lần vật đi qua một vị trí.....	46
II. QUY TRÌNH PHÂN TÍCH TRẠNG THÁI DAO ĐỘNG.....	47
III. GHI NHỚ NHANH.....	47
IV. BÀI TẬP VẬN DỤNG	48
♦ PT Bài 1: Phân tích trạng thái dao động tại một thời điểm	48
♦ PT Bài 2: Xác định thời điểm vật đạt trạng thái cho trước.....	49
♦ PT Bài 3: Phân tích trạng thái dao động từ đồ thị vận tốc.....	51
♦ PT Bài 4: Khai thác mối liên hệ giữa li độ, vận tốc và gia tốc	52
♦ PT Bài 5: Phân tích trạng thái dao động của đầu rung trong thiết bị kiểm tra	55
V. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	57
♦ PT Bài 6: Xác định vận tốc từ li độ và chiều chuyển động	57

♦ PT Bài 7: Xác định thời điểm vật đạt trạng thái cho trước.....	58
♦ PT Bài 8: Khai thác đồ thị gia tốc – thời gian	59
♦ PT Bài 9: Vận dụng mối liên hệ giữa li độ, vận tốc và gia tốc.....	61
♦ PT Bài 10: Phân tích trạng thái dao động trong tình huống thực tiễn.....	62
DẠNG 3: PHÂN TÍCH NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA	64
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	64
1. Điều kiện áp dụng định luật bảo toàn cơ năng.....	64
2. Thế năng của vật dao động điều hòa	64
3. Động năng của vật dao động điều hòa	64
4. Cơ năng của vật dao động điều hòa	65
5. Tỉ phần động năng và thế năng.....	66
6. Vị trí động năng bằng thế năng.....	66
7. Trường hợp thế năng bằng n lần động năng.....	67
8. Trường hợp động năng bằng n lần thế năng.....	67
9. Xác định li độ và tốc độ từ tỉ phần cơ năng.....	67
10. So sánh động năng và thế năng.....	67
11. Sự chuyển hóa năng lượng trong một chu kì.....	68
12. Sự biến thiên của động năng và thế năng theo thời gian.....	68
13. Giá trị trung bình của động năng và thế năng.....	69
14. Các trạng thái năng lượng đặc biệt.....	69
15. Xác định trạng thái dao động từ năng lượng	70
16. Đồ thị năng lượng theo li độ	70
17. Đồ thị năng lượng theo thời gian	71
18. Khai thác năng lượng tại hai trạng thái	72
19. Năng lượng của con lắc lò xo nằm ngang	72
20. Năng lượng của con lắc lò xo thẳng đứng	72
21. Năng lượng của con lắc đơn dao động nhỏ	73
22. Năng lượng trong dao động thực tế.....	73

II. QUY TRÌNH PHÂN TÍCH NĂNG LƯỢNG.....	73
III. GHI NHỚ NHANH.....	74
IV. BÀI TẬP ÁP DỤNG.....	75
♦ PT Bài 1: Phân tích sự chuyển hóa năng lượng trong dao động điều hòa.....	75
♦ PT Bài 2: Phân tích đồ thị năng lượng trong dao động điều hòa.....	76
♦ PT Bài 3: Phân tích trạng thái dao động từ các đại lượng năng lượng	78
♦ PT Bài 4: Bài toán định lượng về năng lượng trong dao động điều hòa.....	80
♦ PT Bài 5: Đánh giá năng lượng của đầu rung trong thiết bị kiểm tra vật liệu.....	82
V. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	84
♦ PT Bài 6: Xác định động năng tại một vị trí.....	84
♦ PT Bài 7: Xác định thời gian theo điều kiện năng lượng	84
♦ PT Bài 8: Phân tích sự biến thiên năng lượng theo thời gian	85
♦ PT Bài 9: Xác định trạng thái dao động từ tỉ số năng lượng	86
♦ PT Bài 10: Xác định thời gian từ quá trình chuyển hóa năng lượng.....	87
DẠNG 4: DAO ĐỘNG TRONG THỰC TIỄN	89
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	89
1. Dao động tự do và tần số riêng	89
2. Dao động tắt dần	89
3. Đặc điểm của dao động tắt dần	89
4. Mô hình định lượng của dao động tắt dần.....	90
5. Mức độ tắt dần	91
6. Lợi ích và tác hại của dao động tắt dần	91
7. Dao động duy trì.....	91
8. Dao động cưỡng bức	92
9. Hai giai đoạn của dao động cưỡng bức	92
10. Biên độ của dao động cưỡng bức.....	93
11. Hiện tượng cộng hưởng	93
12. Bản chất của hiện tượng cộng hưởng	93

13. Đường cong cộng hưởng	93
14. Các yếu tố ảnh hưởng đến cộng hưởng	94
15. Phân biệt cộng hưởng và dao động có biên độ lớn	94
16. So sánh các loại dao động.....	95
17. Cộng hưởng có lợi.....	95
18. Cộng hưởng có hại	95
19. Biện pháp hạn chế cộng hưởng có hại.....	96
20. Bộ giảm xóc trong phương tiện giao thông	96
21. Dao động của cầu và công trình.....	97
22. Dao động của máy móc và thiết bị quay	97
23. Dao động của xích đu.....	97
24. Dao động của nhạc cụ.....	98
II. QUY TRÌNH GIẢI BÀI TOÁN DAO ĐỘNG TRONG THỰC TIỄN.....	98
III. GHI NHỚ NHANH.....	99
IV. BÀI TẬP VẬN DỤNG	100
♦ PT Bài 1: Đánh giá khả năng giảm rung của hệ giảm chấn ô tô.....	100
♦ PT Bài 2: Phân tích dao động duy trì của đồng hồ quả lắc.....	102
♦ PT Bài 3: Phân tích dao động cưỡng bức của máy sàng vật liệu.....	103
♦ PT Bài 4: Phân tích hiện tượng cộng hưởng của cầu đi bộ	105
♦ PT Bài 5: Thiết kế hệ thống chống rung cho máy giặt.....	107
V. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	109
♦ PT Bài 6: Dao động tắt dần của hệ giảm xóc	109
♦ PT Bài 7: Dao động duy trì của đồng hồ quả lắc.....	110
♦ PT Bài 8: Dao động cưỡng bức của máy rung.....	110
♦ PT Bài 9: Thời điểm máy đi qua vùng cộng hưởng.....	111
♦ PT Bài 10: Dao động tắt dần của thân máy giặt	112

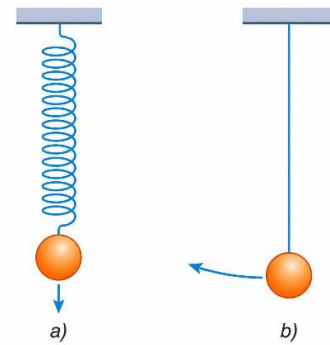
DẠNG 1: KHAI THÁC CÁC BIỂU DIỄN CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA**I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT****1. Dao động cơ và dao động tuần hoàn**

- **Dao động cơ** là chuyển động qua lại của một vật quanh một vị trí xác định gọi là vị trí cân bằng.
- **Dao động tuần hoàn** là dao động mà sau những khoảng thời gian bằng nhau, vật trở lại trạng thái cũ, tức là có cùng vị trí và cùng chiều chuyển động.
- **Chu kỳ** là khoảng thời gian ngắn nhất để vật thực hiện một dao động toàn phần, kí hiệu là T , đơn vị là giây (s).
- **Tần số** là số dao động toàn phần vật thực hiện trong một đơn vị thời gian, kí hiệu là f , đơn vị là héc (Hz).

$$f = \frac{1}{T}$$

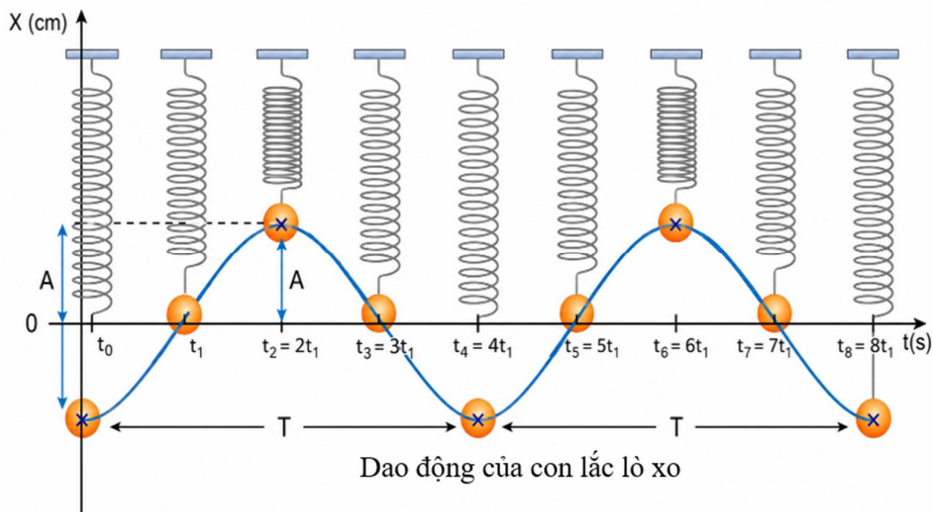
- Nếu trong khoảng thời gian Δt , vật thực hiện được N dao động toàn phần thì:

$$T = \frac{\Delta t}{N}; f = \frac{N}{\Delta t}$$

**2. Dao động điều hòa**

Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin hoặc sin của thời gian.

Phương trình tổng quát của dao động điều hòa:



$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

- x : li độ của vật tại thời điểm t , có thể nhận giá trị dương, âm hoặc bằng 0;
- A : biên độ dao động, $A > 0$;
- ω : tần số góc, $\omega > 0$, đơn vị là rad/s;

- $\omega t + \varphi$: pha dao động tại thời điểm t ;
- φ : pha ban đầu, tức là pha dao động tại thời điểm $t = 0$.

- Li độ của vật luôn thỏa mãn:

$$-A \leq x \leq A$$

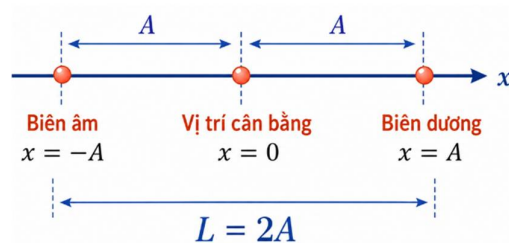
Do đó:

$$A = \max |x|$$

- **Biên độ A** cho biết độ lệch lớn nhất của vật so với vị trí cân bằng. Biên độ luôn là một đại lượng không âm.

3. Các vị trí đặc biệt trong dao động điều hòa

- Vị trí cân bằng: $x = 0$
- Biên dương: $x = A$
- Biên âm: $x = -A$
- Hai vị trí biên là hai vị trí cách vị trí cân bằng một khoảng lớn nhất bằng A .



- Khoảng cách giữa hai vị trí biên: $L = 2A$

- Nếu đề bài cho chiều dài quỹ đạo dao động L , biên độ được xác định bởi: $A = \frac{L}{2}$

4. Chu kì, tần số và tần số góc

Giữa chu kì T , tần số f và tần số góc ω có các hệ thức:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}; f = \frac{\omega}{2\pi}$$

- Trong một chu kì, pha dao động tăng thêm 2π .
- Trong khoảng thời gian Δt , độ biến thiên pha là: $\Delta\theta = \omega\Delta t$
- Nếu pha tăng thêm: $\Delta\theta = 2k\pi$ thì vật trở lại đúng trạng thái cũ, với k là số nguyên.

5. Pha dao động và trạng thái dao động

- Pha dao động tại thời điểm t là: $\theta = \omega t + \varphi$
- Pha dao động xác định **trạng thái** của vật, bao gồm:
 - vị trí của vật;
 - chiều chuyển động của vật.
- Hai vật dao động điều hòa có cùng biên độ và cùng tần số góc:

$$x_1 = A\cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A\cos(\omega t + \varphi_2)$$

- Độ lệch pha giữa hai dao động:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

Các trường hợp thường gặp:

- Hai dao động cùng pha: $\Delta\varphi = 2k\pi$
- Hai dao động ngược pha: $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$
- Hai dao động vuông pha: $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} + k\pi$

với $k \in \mathbb{Z}$.

Pha ban đầu phụ thuộc vào:

- trạng thái của vật tại thời điểm chọn làm gốc thời gian;
- chiều dương của trục tọa độ;
- vị trí được chọn làm gốc tọa độ.

Vì vậy, khi thay đổi gốc thời gian hoặc chiều dương, phương trình dao động có thể thay đổi nhưng chuyển động thực tế của vật không thay đổi.

6. Mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều

- Dao động điều hòa có thể được biểu diễn bằng hình chiếu của một điểm chuyển động tròn đều lên một đường kính của đường tròn.

- Xét điểm M chuyển động tròn đều trên đường tròn tâm O , bán kính A , với tốc độ góc ω . Tại thời điểm $t = 0$, bán kính $\overrightarrow{OM}$ hợp với chiều dương một góc φ .

- Sau thời gian t , góc quay của bán kính là: $\theta = \omega t + \varphi$

- Hình chiếu của M lên trục Ox có tọa độ: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Do đó:

- bán kính đường tròn bằng biên độ A ;
- tốc độ góc của chuyển động tròn bằng tần số góc ω ;
- góc của bán kính quay tương ứng với pha dao động.

Đường tròn biểu diễn pha giúp xác định nhanh vị trí và chiều chuyển động của vật.

7. Biểu diễn phương trình dao động dưới dạng sin và cos

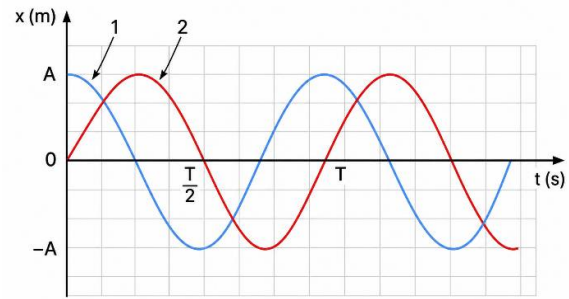
- Một dao động điều hòa có thể được viết dưới dạng hàm cosin hoặc hàm sin.

Dạng cosin: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

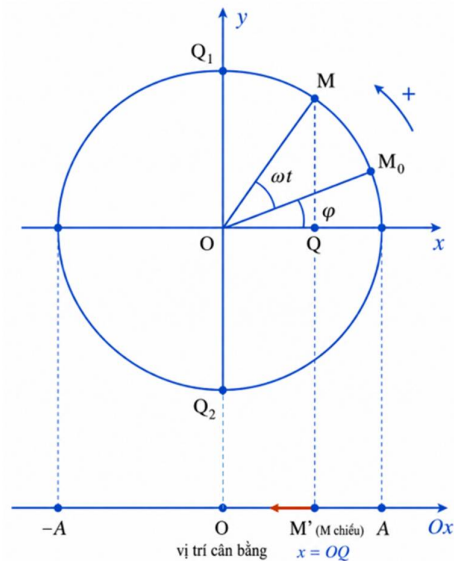
Dạng sin: $x = A\sin(\omega t + \varphi')$

- Sử dụng các hệ thức: $\sin \alpha = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$

$$\cos \alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)$$



Đồ thị của hai vật dao động điều hòa cùng, cùng biên độ nhưng dao động 1 sớm pha hơn dao động 2 góc $\frac{\pi}{2}$



- Ta có: $A\sin(\omega t + \varphi') = A\cos\left(\omega t + \varphi' - \frac{\pi}{2}\right)$

Vì vậy:

$$\varphi = \varphi' - \frac{\pi}{2}$$

- Một số phép biến đổi thường dùng:

$$-A\cos\alpha = A\cos(\alpha + \pi)$$

$$-A\sin\alpha = A\sin(\alpha + \pi)$$

$$\cos(-\alpha) = \cos\alpha$$

$$\sin(-\alpha) = -\sin\alpha$$

- Theo quy ước, biên độ phải dương. Nếu hệ số trước hàm $\sin$ hoặc $\cos$ âm thì phải chuyển dấu âm vào pha.

Ví dụ:

$$x = -5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$$

được viết lại thành:

$$x = 5\cos\left(4\pi t + \frac{4\pi}{3}\right)$$

Hai pha sai khác nhau một bội nguyên của 2π biểu diễn cùng một trạng thái:

$$\varphi' = \varphi + 2k\pi, k \in \mathbb{Z}$$

8. Xác định phương trình dao động từ trạng thái ban đầu

- Phương trình dao động: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

- Tại thời điểm $t = 0$: $x_0 = A\cos\varphi$

- Vận tốc của vật: $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$

- Tại thời điểm $t = 0$: $v_0 = -\omega A\sin\varphi$

$$\Rightarrow \cos\varphi = \frac{x_0}{A}; \sin\varphi = -\frac{v_0}{\omega A}$$

- Biên độ được xác định bởi:

$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}}$$

- Khi xác định pha ban đầu, không nên chỉ sử dụng công thức tang vì công thức tang không xác định duy nhất góc. Cần kết hợp đồng thời:

$$\cos\varphi = \frac{x_0}{A}$$

và dấu của vận tốc:

$$v_0 = -\omega A\sin\varphi$$

Các trạng thái ban đầu đặc biệt:

- Vật ở biên dương: $x_0 = A, v_0 = 0$ chọn: $\varphi = 0$
- Vật ở biên âm: $x_0 = -A, v_0 = 0$ chọn: $\varphi = \pi$
- Vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương: $x_0 = 0, v_0 > 0$. chọn: $\varphi = -\frac{\pi}{2}$
- Vật qua vị trí cân bằng theo chiều âm: $x_0 = 0, v_0 < 0$ chọn: $\varphi = \frac{\pi}{2}$

9. Đổi gốc thời gian

- Giả sử phương trình dao động theo gốc thời gian cũ là:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

- Chọn gốc thời gian mới tại thời điểm $t = t_0$ của hệ quy chiếu cũ.

- Gọi thời gian tính từ gốc mới là t' , khi đó:

$$t = t' + t_0$$

- Thay vào phương trình dao động:

$$x = A\cos[\omega(t' + t_0) + \varphi]$$

Suy ra:

$$x = A\cos[\omega t' + (\omega t_0 + \varphi)]$$

- Pha ban đầu theo gốc thời gian mới là:

$$\varphi' = \omega t_0 + \varphi$$

Khi đổi gốc thời gian:

- biên độ A không thay đổi;
- tần số góc ω không thay đổi;
- chu kỳ và tần số không thay đổi;
- chỉ có pha ban đầu thay đổi.

10. Đồ thị li độ – thời gian

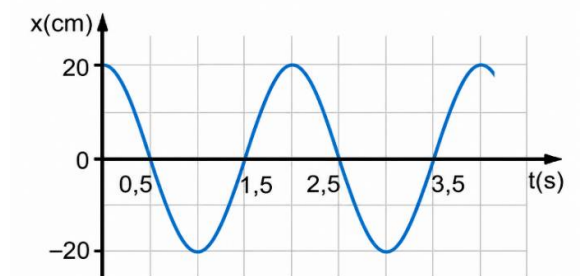
Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của li độ x vào thời gian t là một đường hình sin.

Với phương trình:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

đồ thị $x - t$ có các đặc điểm:

- giá trị lớn nhất: $x_{\max} = A$
- giá trị nhỏ nhất: $x_{\min} = -A$
- đồ thị lặp lại sau mỗi khoảng thời gian bằng chu kỳ T ;
- khoảng thời gian giữa hai đỉnh liên tiếp hoặc hai đáy liên tiếp bằng T ;
- khoảng thời gian từ một đỉnh đến đáy gần nhất bằng: $\frac{T}{2}$
- khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp vật qua vị trí cân bằng bằng: $\frac{T}{2}$



Đồ thị $x - t$ ($A = 20 \text{ cm}, T = 1 \text{ s}$)

- khoảng thời gian từ vị trí cân bằng đến biên gần nhất bằng: $\frac{T}{4}$

Độ dốc của đồ thị $x - t$ tại một thời điểm cho biết dấu của vận tốc:

- đồ thị đi lên: $v > 0$, vật chuyển động theo chiều dương;
- đồ thị đi xuống: $v < 0$, vật chuyển động theo chiều âm;
- tại đỉnh hoặc đáy của đồ thị: $v = 0$

11. Xác định các đại lượng từ đồ thị $x - t$

a) Xác định biên độ

- Biên độ bằng giá trị lớn nhất của độ lớn li độ:

$$A = \max |x|$$

- Nếu đồ thị biểu diễn tọa độ tuyệt đối X , không lấy trực tiếp giá trị lớn nhất của X làm biên độ.

Khi đó:

$$X_{cb} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

$$A = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2}$$

Li độ được xác định bởi:

$$x = X - X_{cb}$$

b) Xác định chu kì

Chu kì là khoảng thời gian ngắn nhất giữa hai trạng thái giống nhau liên tiếp.

Có thể xác định T bằng khoảng thời gian giữa:

- hai đỉnh liên tiếp;
- hai đáy liên tiếp;
- hai lần liên tiếp qua vị trí cân bằng theo cùng một chiều;
- hai điểm bất kì có cùng li độ và cùng chiều chuyển động.

Không được lấy khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp vật có cùng li độ nhưng chuyển động ngược chiều làm chu kì.

c) Xác định tần số và tần số góc

Sau khi xác định được T : $f = \frac{1}{T}$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$

d) Xác định pha ban đầu

Tại $t = 0$, đọc li độ x_0 trên đồ thị:

$$\cos \varphi = \frac{x_0}{A}$$

Sau đó quan sát chiều biến thiên của đồ thị:

- đồ thị đi lên thì $v_0 > 0$;
- đồ thị đi xuống thì $v_0 < 0$.

Kết hợp với:

$$v_0 = -\omega A \sin \varphi$$

để chọn đúng pha ban đầu.

12. Lập nhanh phương trình từ các điểm đặc biệt trên đồ thị

- Nếu tại thời điểm $t = t_0$, vật ở biên dương thì có thể viết:

$$x = A \cos[\omega(t - t_0)]$$

- Nếu tại thời điểm $t = t_0$, vật ở biên âm thì có thể viết:

$$x = -A \cos[\omega(t - t_0)]$$

- Nếu tại thời điểm $t = t_0$, vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì có thể viết:

$$x = A \sin[\omega(t - t_0)]$$

- Nếu tại thời điểm $t = t_0$, vật qua vị trí cân bằng theo chiều âm thì có thể viết:

$$x = -A \sin[\omega(t - t_0)]$$

Các biểu thức trên giúp lập phương trình dao động trực tiếp từ đồ thị mà không cần giải phương trình lượng giác tìm pha ban đầu.

13. Lập phương trình dao động từ bảng số liệu hoặc kết quả thí nghiệm

Khi xử lý bảng số liệu hoặc kết quả đo, thực hiện theo các bước:

Bước 1. Xác định vị trí cân bằng

Nếu số liệu là tọa độ tuyệt đối X :

$$X_{cb} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

Bước 2. Chuyển tọa độ thành li độ

$$x = X - X_{cb}$$

Bước 3. Xác định biên độ

$$A = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2}$$

Bước 4. Xác định chu kỳ

Tìm khoảng thời gian giữa hai trạng thái giống nhau liên tiếp:

$$T = t_2 - t_1$$

Nếu số liệu được ghi trong nhiều chu kỳ, nên tính:

$$T = \frac{\Delta t}{N}$$

để giảm sai số.

Bước 5. Xác định tần số góc

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Bước 6. Xác định pha ban đầu

Sử dụng li độ tại thời điểm được chọn làm gốc thời gian và chiều chuyển động của vật:

$$x_0 = A \cos \varphi$$

$$v_0 = -\omega A \sin \varphi$$

Bước 7. Viết phương trình dao động

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

Khi xử lí kết quả thí nghiệm, số liệu có thể có sai số nên các giá trị cực đại và cực tiểu đo được không hoàn toàn đối xứng. Cần sử dụng nhiều lần đo hoặc đường cong phù hợp nhất để xác định A , T và vị trí cân bằng.

14. Nhận biết một dao động điều hòa

Một chuyển động là dao động điều hòa nếu thỏa mãn một trong các dấu hiệu sau:

- li độ biến thiên theo hàm sin hoặc cos của thời gian:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

- gia tốc tỉ lệ với li độ và luôn hướng về vị trí cân bằng:

$$a = -\omega^2 x$$

- chuyển động có thể được biểu diễn bằng hình chiếu của một chuyển động tròn đều lên một đường kính.

Không phải mọi dao động tuần hoàn đều là dao động điều hòa. Một chuyển động chỉ lặp lại sau những khoảng thời gian bằng nhau chưa đủ để kết luận đó là dao động điều hòa.

II. GHI NHỚ NHANH

* Phương trình dao động:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

* Chu kì, tần số và tần số góc:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}; f = \frac{1}{T}; \omega = 2\pi f$$

* Biên độ:

$$A = \max |x|$$

* Nếu biết trạng thái ban đầu:

$$x_0 = A \cos \varphi$$

$$v_0 = -\omega A \sin \varphi$$

$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}}$$

* Nếu đồ thị biểu diễn tọa độ tuyệt đối:

$$X_{cb} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

$$A = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2}$$

* Khi đọc đồ thị $x - t$:

- độ cao cực đại cho biết biên độ;
- khoảng thời gian lặp lại trạng thái cho biết chu kỳ;
- đồ thị đi lên tương ứng $v > 0$;
- đồ thị đi xuống tương ứng $v < 0$;
- pha ban đầu phải được xác định từ cả li độ và chiều chuyển động.

III. BÀI TẬP VẬN DỤNG

♦ PT | Bài 1: Phân tích dữ liệu từ cảm biến dao động

Trong một thí nghiệm khảo sát dao động của một vật gắn với lò xo, cảm biến chuyển động ghi lại li độ của vật theo thời gian như bảng dưới đây:

Thời gian $t(s)$	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
Li độ $x(cm)$	3,98	0,05	-3,96	-0,04	4,01	-0,03	-4,02	0,04	3,97

Biết sai số tuyệt đối của mỗi phép đo không vượt quá 0,05 cm. Trong khoảng thời gian khảo sát, coi ảnh hưởng của lực cản là không đáng kể.

a) Dựa vào bảng số liệu, hãy kiểm tra xem số liệu thu được có phù hợp với mô hình dao động điều hòa hay không. Giải thích.

b) Xác định gần đúng biên độ, chu kỳ, tần số, tần số góc và viết một phương trình dao động gần đúng phù hợp với số liệu.

c) Sử dụng phương trình vừa lập để dự đoán li độ của vật tại thời điểm $t = 1,35$ s. Nhóm học sinh tiến hành đo kiểm chứng tại thời điểm này và thu được $x_{đo} = -2,32$ cm.

- Tính độ lệch tuyệt đối và độ lệch tương đối giữa giá trị dự đoán với giá trị đo được.
- Nhận xét về độ tin cậy của mô hình dao động đã xây dựng.

ĐỊNH HƯỚNG TỰ DUY

Bước 1. Quan sát sự lặp lại của các trạng thái gần biên dương, biên âm và vị trí cân bằng.

Bước 2. Xác định biên độ từ các giá trị li độ có độ lớn lớn nhất; xác định chu kỳ từ khoảng thời gian giữa hai trạng thái giống nhau liên tiếp.

Bước 3. Tính f , ω , xác định trạng thái của vật tại $t = 0$ để chọn pha ban đầu và lập phương trình dao động gần đúng.

Bước 4. Dùng phương trình để dự đoán li độ, sau đó so sánh với giá trị đo kiểm chứng và sai số của cảm biến.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

a) Kiểm tra sự phù hợp với mô hình dao động điều hòa

Từ bảng số liệu, ta nhận thấy:

- Tại $t = 0,00$ s, $t = 1,00$ s và $t = 2,00$ s, vật đều ở gần vị trí biên dương: $x \approx 4,0$ cm.
- Tại $t = 0,50$ s và $t = 1,50$ s, vật ở gần vị trí biên âm: $x \approx -4,0$ cm.
- Tại $t = 0,25$ s, $0,75$ s, $1,25$ s và $1,75$ s, vật ở gần vị trí cân bằng: $x \approx 0$.
- Các trạng thái biên dương lặp lại sau mỗi khoảng $1,00$ s; trạng thái biên âm cũng lặp lại sau mỗi khoảng $1,00$ s. Khoảng thời gian từ biên dương đến vị trí cân bằng gần nhất là $0,25$ s, bằng một phần tư chu kỳ.
- Các giá trị đo được chỉ sai khác rất nhỏ so với dãy giá trị lí tưởng:

$$4; 0; -4; 0; 4; 0; -4; 0; 4.$$

Độ lệch lớn nhất là: $0,05$ cm, không vượt quá sai số cho phép của cảm biến.

Vì vậy, trong phạm vi sai số đo và trong khoảng thời gian khảo sát, số liệu phù hợp với mô hình dao động điều hòa.

b) Xác định các đại lượng đặc trưng và phương trình dao động*** Xác định biên độ**

- Các giá trị gần vị trí biên có độ lớn: $3,98; 3,96; 4,01; 4,02; 3,97$ cm.
- Có thể lấy giá trị trung bình:

$$A \approx \frac{3,98 + 3,96 + 4,01 + 4,02 + 3,97}{5} = 3,988 \text{ cm.}$$

Làm tròn:

$$A \approx 4,00 \text{ cm.}$$

*** Xác định chu kỳ**

- Trong khoảng từ $t = 0$ đến $t = 2,00$ s, vật thực hiện gần đúng hai dao động toàn phần. Do đó:

$$T = \frac{\Delta t}{N} = \frac{2,00}{2} = 1,00 \text{ s.}$$

*** Xác định tần số:** $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,00} = 1,00 \text{ Hz.}$

Suy ra:

$$f \approx 1,00 \text{ Hz.}$$

*** Xác định tần số góc:** $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1,00} = 2\pi \text{ rad/s.}$

*** Viết phương trình dao động**

- Phương trình dao động có dạng:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi).$$

- Tại $t = 0$, vật ở gần biên dương nên:

$$x(0) \approx A.$$

nên phương trình do học sinh đề xuất phù hợp với số liệu thực nghiệm theo tiêu chí đã cho.

c) Đánh giá khi quan sát lâu hơn

- Mô hình đã cho có biên độ không đổi:

$$A = 4,88 \text{ cm.}$$

- Trong khi đó, dữ liệu cho thấy li độ cực đại có xu hướng giảm:

$$4,92 \rightarrow 4,88 \rightarrow 4,84 \text{ cm.}$$

Nếu xu hướng này tiếp tục trong thời gian dài, sai lệch giữa mô hình và chuyển động thực tế sẽ tăng lên. Khi đó, mô hình dao động điều hòa có biên độ không đổi không còn phù hợp; chuyển động cần được mô tả bằng mô hình dao động tắt dần.

LƯU Ý CHO HỌC SINH

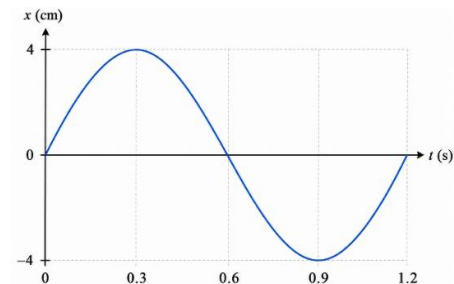
- Mô hình vật lý luôn là mô hình gần đúng, được xây dựng từ các giả thiết đơn giản hóa.
- Khi đánh giá một mô hình, cần dựa vào mức độ phù hợp với dữ liệu thực nghiệm, không yêu cầu phải trùng khớp hoàn toàn.
- Một sai lệch nhỏ giữa kết quả đo và kết quả tính toán không có nghĩa là mô hình sai; cần xem xét nguyên nhân như sai số dụng cụ, cách đo và ảnh hưởng của môi trường.
- Dao động điều hòa là mô hình lý tưởng; nhiều dao động thực tế chỉ có thể coi là điều hòa trong một khoảng thời gian nhất định.

IV. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN

♦ PT | Bài 6: Khai thác đồ thị dao động

Đồ thị dưới đây biểu diễn sự phụ thuộc của li độ x theo thời gian t của một vật dao động điều hòa. Tốc độ của vật tại thời điểm $t = 0,15 \text{ s}$ bằng bao nhiêu cm/s? Kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần mười.

Đáp số:



ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

- Bước 1.** Đọc biên độ và chu kì dao động từ đồ thị.
- Bước 2.** Xác định tần số góc và trạng thái của vật tại thời điểm $t = 0$.
- Bước 3.** Lập phương trình vận tốc của vật.
- Bước 4.** Tính tốc độ tại $t = 0,15 \text{ s}$ và làm tròn kết quả theo yêu cầu.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

- Từ đồ thị, ta xác định được:

$$A = 4 \text{ cm}, T = 1,20 \text{ s.}$$

- Tần số góc của dao động:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1,20} = \frac{5\pi}{3} \text{ rad/s.}$$

- Tại $t = 0$, vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương nên có thể viết phương trình dao động dưới dạng:

$$x = 4\sin\left(\frac{5\pi}{3}t\right) \text{ (cm).}$$

- Vận tốc của vật:

$$v = x' = \frac{20\pi}{3} \cos\left(\frac{5\pi}{3}t\right) \text{ (cm/s).}$$

- Tại $t = 0,15$ s:

$$v = \frac{20\pi}{3} \cos\left(\frac{5\pi}{3} \cdot 0,15\right) = \frac{10\pi\sqrt{2}}{3} \approx 14,8 \text{ cm/s.}$$

Vì $v > 0$, tốc độ của vật bằng độ lớn của vận tốc.

Đáp số điền phiếu:

1	4	,	8
---	---	---	---

LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Khi đọc đề thi, cần xác định đúng biên độ, chu kì và chiều chuyển động tại thời điểm ban đầu.
- Tốc độ là độ lớn của vận tốc: $\text{tốc độ} = |v|$.
- Trong câu trắc nghiệm trả lời ngắn, chỉ ghi số: **14,8**

◆ PT | Bài 7: Chuyển đổi giữa các biểu diễn của dao động

Một vật dao động điều hòa có phương trình li độ $x = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm), trong đó t tính bằng giây. Chọn thời điểm đầu tiên sau $t = 0$ mà vật có li độ $x = 3$ cm làm gốc thời gian mới. Gọi τ là thời gian tính từ gốc thời gian mới. Phương trình dao động của vật theo τ được viết dưới dạng $x = 6\sin(5\pi\tau + \varphi)$ (cm), với $-\pi < \varphi \leq \pi$. Giá trị của φ , tính theo đơn vị độ, bằng bao nhiêu?

Đáp số:

--	--	--	--

ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

- Bước 1.** Từ phương trình dao động ban đầu, xác định trạng thái của vật tại $t = 0$.
- Bước 2.** Tìm thời điểm đầu tiên sau $t = 0$ vật có li độ $x = 3$ cm.
- Bước 3.** Xác định chiều chuyển động của vật tại thời điểm được chọn làm gốc thời gian mới.
- Bước 4.** Viết phương trình dao động theo thời gian mới τ , sau đó chuyển từ dạng cosin sang dạng sin.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Cách 1: Biến đổi lượng giác

- Phương trình dao động của vật là $x = 6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

- Tại $t = 0$: $x_0 = 6\cos\left(0 - \frac{\pi}{3}\right) = 3$ cm.

- Vận tốc của vật: $v = -30\pi\sin\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$.

- Tại $t = 0$: $v_0 = -30\pi\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) = 15\pi\sqrt{3} > 0$.

Như vậy, tại $t = 0$, vật đi qua vị trí $x = 3$ cm theo chiều dương.

- Để tìm lần tiếp theo vật có li độ $x = 3$ cm, ta giải:

$$6\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 3 \Rightarrow \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow 5\pi t - \frac{\pi}{3} = \pm \frac{\pi}{3} + 2k\pi.$$

* Với nhánh: $5\pi t - \frac{\pi}{3} = -\frac{\pi}{3} + 2k\pi$, ta có $t = \frac{2k}{5}$.

- Thời điểm dương nhỏ nhất của nhánh này là: $t = \frac{2}{5}$ s.

* Với nhánh: $5\pi t - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3} + 2k\pi$, ta có $t = \frac{2}{15} + \frac{2k}{5}$.

- Thời điểm dương nhỏ nhất là $t_0 = \frac{2}{15}$ s.

Vậy thời điểm đầu tiên sau $t = 0$ mà vật có li độ $x = 3$ cm là $t_0 = \frac{2}{15}$ s.

- Tại thời điểm này, pha dao động là

$$5\pi t_0 - \frac{\pi}{3} = 5\pi \cdot \frac{2}{15} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3}.$$

Do đó $v(t_0) = -30\pi\sin\frac{\pi}{3} < 0$, nên vật đang chuyển động theo chiều âm.

- Chọn t_0 làm gốc thời gian mới, ta có $t = \tau + t_0$.

- Thay vào phương trình ban đầu: $x = 6\cos\left[5\pi(\tau + t_0) - \frac{\pi}{3}\right] = 6\sin\left(5\pi\tau + \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm).

Vậy $\varphi = \frac{5\pi}{6}$ rad = 150° .

Cách 2: Sử dụng vòng tròn pha

1. Tại $t = 0$, pha ban đầu là $-\pi/3$ (vật ở $x = 3$ cm, chuyển động theo chiều dương).

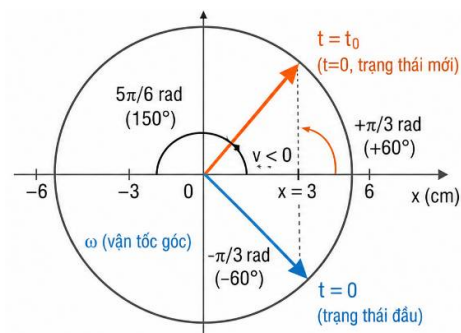
2. Để vật qua vị trí $x = 3$ cm lần đầu tiên, vectơ quay trên vòng tròn lượng giác phải đi từ góc $-\pi/3$ theo chiều dương lượng giác đến góc $+\pi/3$.

3. Khi chọn thời điểm này làm gốc thời gian mới ($\tau = 0$),

pha ban đầu của phương trình (theo hàm cos) chính là vị trí vectơ đang đứng: $\Phi = \pi/3$.

4. Ta có ngay phương trình hàm cos: $x = 6\cos(5\pi\tau + \pi/3)$ cm.

5. Chuyển sang hàm sin: cộng thêm $\pi/2$ vào pha $\rightarrow \varphi = \pi/3 + \pi/2 = 5\pi/6$ rad $\rightarrow 150^\circ$.



Đáp số điền phiếu:

1	5	0	
---	---	---	--

LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Cụm từ “thời điểm đầu tiên sau $t = 0$ ” yêu cầu loại nghiệm $t = 0$.
- Một vị trí có thể được vật đi qua theo hai chiều khác nhau; cần xét dấu của vận tốc để xác định đúng trạng thái.
- Khi đổi gốc thời gian, biên độ và tần số góc không thay đổi, chỉ có pha ban đầu thay đổi.

◆ PT | Bài 8: Khai thác biểu diễn vận tốc

Một vật dao động điều hòa có phương trình vận tốc $v = -20\pi \sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm/s), trong đó t tính bằng giây. Tính từ thời điểm $t = 0$ đến khi gia tốc của vật đạt giá trị cực đại dương lần thứ hai, vật đi được quãng đường bao nhiêu centimét? Kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần mười.

Đáp số:

ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

Bước 1. Từ phương trình vận tốc, xác định biên độ và phương trình li độ.

Bước 2. Xác định vị trí, chiều chuyển động của vật tại $t = 0$.

Bước 3. Nhận biết gia tốc cực đại dương khi vật ở biên âm; từ đó tính quãng đường vật đi được.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

- So sánh với $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$, ta có $\omega = 5\pi \text{ rad/s}$ và $\omega A = 20\pi$, suy ra $A = 4 \text{ cm}$. Phương trình li độ là $x = 4 \cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

- Tại $t = 0$, vật có $x_0 = 4 \cos \frac{\pi}{6} = 2\sqrt{3} \text{ cm}$ và $v_0 = -20\pi \sin \frac{\pi}{6} = -10\pi < 0$, nên vật đang chuyển động theo chiều âm.

- Vì $a = -\omega^2 x$, gia tốc đạt giá trị cực đại dương khi $x = -A = -4 \text{ cm}$. Quãng đường từ vị trí ban đầu đến lần thứ nhất vật tới biên âm là:

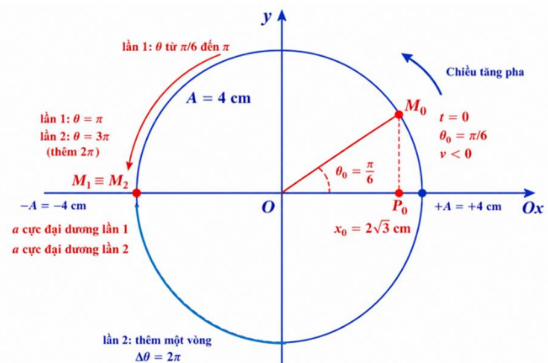
$$s_1 = x_0 - (-A) = 4 + 2\sqrt{3} \text{ cm}.$$

- Giữa hai lần liên tiếp vật đến cùng biên âm, vật thực hiện một dao động toàn phần nên đi được:

$$s_2 = 4A = 16 \text{ cm}.$$

- Do đó: $s = s_1 + s_2 = 4 + 2\sqrt{3} + 16 = 20 + 2\sqrt{3} \approx 23,5 \text{ cm}$.

Đáp số điền phiếu: 2 3 , 5

**LƯU Ý CHO HỌC SINH**

- Từ biểu thức vận tốc $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$, suy ra phương trình li độ $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.