**CHƯƠNG II. ĐỘNG HỌC**

**BÀI 11. THỰC HÀNH: ĐO GIA TỐC RƠI TỰ DO**

**I. TÓM TẮT KIẾN THỨC TRỌNG TÂM**

**1. Dụng cụ thí nghiệm:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| * Máng đứng có gắn dây dọi (1)
* Vật bằng thép hình trụ (2)
* Nam châm điện (3)
* Cổng quang điện (4)
* Giá đỡ có đế 3 chân, có vít chỉnh cân bằng.(5)
* Đồng hồ đo thời gian hiện số (6)
* Công tắc kép (7)

**2. Thiết kế phương án thí nghiệm:**- Xác định gia tốc rơi tự do theo công thức - Để xác định gia tốc rơi tự do của trụ thép cần đo quãng đường rơi và thời gian rơi của trụ thép- Sử dụng Mode A ↔ B của đồng hồ hiện số để đo thời gian vật rơi từ A đến $B$. **3. Tiến hành thí nghiệm:** - Đặt trụ thép tại vị trí tiếp xúc với nam châm điện N và bị giữ lại ở đó- Nhấn nút reset của đồng hồ để chuyển các số hiển thị về giá trị ban đầu 0.000- Nhấn nút hộp công tắc kép để ngắt điện vào nam châm điện: Trụ thép rơi xuống và chuyển động đi qua cổng quang điện - Ghi lại các giá trị thời gian hiển thị trên đồng hồ vào bảng - Dịch chuyển cổng quang điện ra xa dần nam châm điện, thực hiện lại các thao tác trên bốn lần nữa. Ghi các giá trị thời gian t tương ứng với quãng đường s vào bảng.

|  |  |
| --- | --- |
| **Quãng đường** | **Lần đo thời gian** |
| **Lần 1** | **Lần 2** | **Lần 3** | **Lần 4** | **Lần 5** |
| s1 |  |  |  |  |  |
| s2 |  |  |  |  |  |
| s3 |  |  |  |  |  |
| s4 |  |  |  |  |  |
| s5 |  |  |  |  |  |

 |  |

- Tính các giá trị , , g và viết kết quả của phép đo gia tốc rơi tự do.

; 

Với ; ; …

Kết quả phép đo: 

**II. PHÂN LOẠI BÀI TẬP:**

**1. Dạng 1. Các bước tiến hành thí nghiệm**

**1.1: Phương pháp giải:**

**Tiến hành thí nghiệm:**

- Đặt trụ thép tại vị trí tiếp xúc với nam châm điện N và bị giữ lại ở đó

- Nhấn nút reset của đồng hồ để chuyển các số hiển thị về giá trị ban đầu 0.000

- Nhấn nút hộp công tắc kép để ngắt điện vào nam châm điện: Trụ thép rơi xuống và chuyển động đi qua cổng quang điện

- Ghi lại các giá trị thời gian hiển thị trên đồng hồ vào bảng

- Dịch chuyển cổng quang điện ra xa dần nam châm điện, thực hiện lại các thao tác trên bốn lần nữa. Ghi các giá trị thời gian t tương ứng với quãng đường s vào bảng.

**1.2 Bài tập minh hoạ**

**Bài 1.** Các vật rơi tự do chuyển động rất nhanh, làm thế nào đo được gia tốc rơi tự do của vật

**Hướng dẫn giải:**

Ta sẽ đo gia tốc rơi tự do qua phương pháp đo gián tiếp:

- Đo thời gian rơi tự do của vật.

- Đo quãng đường từ lúc vật bắt đầu rơi cho đến khi dừng chuyển động rơi đó.

- Sử dụng công thức  để tìm gia tốc rơi tự do.

**Bài 2.** Em hãy điền tương ứng tên gọi của các dụng cụ với số được đánh trên hình.

|  |  |
| --- | --- |
| * Công tắc điều khiển kép
* Máng đứng có gắn dây dọi
* Vật bằng thép hình trụ (Vật nặng)
* Nam châm điện
* Cổng quang điện
* Đồng hồ đo thời gian hiện số
* Giá đỡ có đế 3 chân, có vít chỉnh cân bằng.
 |  |

**Hướng dẫn giải:**

1 - Máng đứng có gắn dây dọi

2 - Vật bằng thép hình trụ (Vật nặng)

3 - Nam châm điện

4 - Cổng quang điện

5 - Giá đỡ có đế 3 chân, có vít chỉnh cân bằng.

6 - Đồng hồ đo thời gian hiện số

7 - Công tắc điều khiển kép

**1.3: Bài tập bổ sung.**

**Bài 1.** Em hãy đề xuất một phương án thí nghiệm khác để đo gia tốc rơi tự do của trụ thép ?

**Hướng dẫn giải:**

Ta có thể sử dụng hai cổng quang điện để đo thời gian rơi tự do. Khi trụ thép bắt đầu đi vào cổng quang điện thứ nhất thì đồng hồ bắt đầu đo, khi trụ thép đi qua cổng quang điện thứ hai thì đồng hồ kết thúc đo.

**2. Dạng 2: Tính sai số của phép đo**

#### **2.1. Phương pháp giải:**

**\* Nếu chỉ có 1 đại lượng được đo trực tiếp**

**Bước 1:** Tính giá trị trung bình của đại lượng cần đo khi tiến hành phép đo nhiều lần (ít nhất 5 lần)

$$\overbar{A}= \frac{A\_{1}+ A\_{2}+...+A\_{n}}{n}$$

**Bước 2:** Tính sai số tuyệt đối ứng với mỗi lần đo:

$$∆A\_{i}=\left|\overbar{A}- A\_{i}\right|$$

**Bước 3:** Tính sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo:

$$\overbar{∆A}= \frac{∆A\_{1}+ ∆A\_{2}+...+∆A\_{n}}{n}$$

Sai số tuyệt đối trung bình được tính như trên còn gọi là sai số ngẫu nhiên.

**Bước 4:** Tính sai số tuyệt đối của phép đo:

$$∆A= \overbar{∆A}+ ∆A\_{ht}$$

Trong đó, $∆A\_{ht}$ là sai số hệ thống. Nếu sai số hệ thống chỉ là sai số dụng cụ thì thường lấy bằng *một nửa độ chia hoặc một nhỏ nhất* trên dụng cụ đó.

**Bước 5:** Ghi giá trị của phép đo:

$$A= \overbar{A} \pm ∆A $$

**Bước 6:** Tính sai số tỉ đổi của phép đo:

$$δA= \frac{∆A}{\overbar{A}}.100\%$$

**\* Nếu 1 đại lượng được tính bằng tổng hoặc hiệu của các đại lượng được đo trực tiếp**

**Bước 1:** Tính sai số tuyệt đối của các phép đo trực tiếp (như trên).

**Bước 2:** Sai số tuyệt đối của một tổng hay hiệu bằng tổng sai số tuyệt đối của các số hạng.

Nếu H = X + Y – Z thì ∆H = ∆X + ∆Y + ∆Z

**\* Nếu đại lượng được đo gián tiếp**

Sai số tương đối (tỉ đối) của một tích hoặc thương bằng tổng sai số tương đối (tỉ đối) của các thừa số:

Nếu $F= x^{m}\frac{y^{n}}{z^{k}}$ thì $δF=m.δx+n.δy+k.δz$

#### **2.2. Bài tập minh họa:**

**Bài 1:** Nêu các nguyên nhân gây sai số trong phương án thí nghiệm được lựa chọn thực hiện.

**Hướng dẫn giải:**

* Sai số dụng cụ: thước đo, đồng hồ thời gian hiện số
* Sai số ngẫu nhiên: do thước đặt không thẳng đứng, bị lệch đi so với phương của trọng lực; do việc xác định vị trí ban đầu của vật bị sai và dùng thước đo độ dịch chuyển d không chính xác; bấm công tắc điện chậm không dứt khoát dẫn đến kết quả đo sai.

**Bài 2:** Một học sinh muốn xác định gia tốc rơi tự do g bằng cách thả rơi một quả bóng từ độ cao  và dùng đồng hồ để bấm thời gian rơi t của quả bóng. Sau đó, thông qua quá trình tìm hiểu, bạn sử dụng công thức  để xác định g. Hãy nêu ít nhất 2 giải pháp giúp bạn học sinh đó làm giảm sai số trong quá trình thực nghiệm để thu đươc kết quả gần đúng nhất.

**Hướng dẫn giải:**

Một số giải pháp phù hợp: hạn chế sự tác động của lực cản không khí, thả rơi quả bóng ở nhiệt độ cao khác nhau, sử dụng đồng hồ có độ nhạy cao, thao tác bấm đồng hồ dứt khoát.

**Bài 3:** Một học sinh làm thí nghiệm xác định đo gia tốc rơi tự do của vật vật và được bảng số liệu như sau

|  |  |
| --- | --- |
| **Quãng đường (m)** | **Lần đo thời gian** |
| **Lần 1** | **Lần 2** | **Lần 3** | **Lần 4** | **Lần 5** |
| 0,4 | 0,285 | 0,286 | 0,284 | 0,285 | 0,286 |
| 0,6 | 0,349 | 0,351 | 0,348 | 0,349 | 0,350 |
| 0,8 | 0,404 | 0,405 | 0,403 | 0,404 | 0,403 |
| 1,0 | 0,451 | 0,452 | 0,452 | 0,451 | 0,450 |
| 1,2 | 0,494 | 0,495 | 0,494 | 0,494 | 0,493 |

a) Hãy tính giá trị trung bình, sai số tuyệt đối trung bình và viết kết quả của phép đo.

b) Dựa vào bảng số liệu vẽ đồ thị mô tả mối quan hệ s và t2 trên hệ toạ độ (s; t2). Nhận xét chung về dạng của đồ thị mô tả mối quan hệ s và t2 rồi rút ra kết luận về tính chất của chuyển động rơi tự do ?

**Hướng dẫn giải:**

a) Xử lí kết quả với phép đo khi chọn quãng đường s = 0,4 m

|  |  |
| --- | --- |
| **Quãng đường (m)** | **Lần đo thời gian** |
| **Lần 1** | **Lần 2** | **Lần 3** | **Lần 4** | **Lần 5** |
| 0,4 | 0,285 | 0,286 | 0,284 | 0,285 | 0,286 |

Gia tốc trong lần đo thứ nhất: = = 9,849 m/s2

Gia tốc trong lần đo thứ hai: = = 9,780 m/s2

Gia tốc trong lần đo thứ ba: = = 9,919 m/s2

Gia tốc trong lần đo thứ tư: = = 9,849 m/s2

Gia tốc trong lần đo thứ năm: = = 9,780 m/s2

Giá trị trung bình:

=9,835 m/s2

Sai số tuyệt đối trong các lần đo:

= 0,014 m/s2

=0,055 m/s2

= 0,084 m/s2

= 0,014 m/s2

=0,055 m/s2

Sai số tuyệt đối trung bình:  m/s2

Kết quả: g = (m/s2)

Ứng với các quãng đường khác thực hiện phép tính tương tự.

b) Vẽ đồ thị mô tả mối quan hệ s và t2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Quãng đường (m) | Lần đo thời gian | t2 (s2) |
| Lần 1 |
| 0,4 | 0,285 | 0,081 |
| 0,6 | 0,349 | 0,122 |
| 0,8 | 0,404 | 0,163 |
| 1,0 | 0,451 | 0,203 |
| 1,2 | 0,494 | 0,244 |

Đồ thị mô tả mối quan hệ s và t2



Nhận xét về dạng đồ thị trên: có dạng một đường thẳng hướng lên chứng tỏ s và t2 có mối quan hệ tỉ lệ thuận với nhau.

#### **2.3. Bài tập vận dụng:**

**Bài 1.** Một học sinh thực hiện thí nghiệm đo gia tốc rơi tự do của một vật và thu được bảng giá trị như sau. Biết rằng độ chia nhỏ nhất của thước đo là 1 mm. Em hãy điền các giá trị còn thiếu vào bảng giá trị, từ đó viết kết quả đo gia tốc rơi tự do của vật.

|  |  |
| --- | --- |
| Đại lượng  | Lần đo |
| s(m) | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| t1(s) | 0,204 | 0,285 | 0,320 | 0,350 | 0,405 |
| t2(s) | 0,203 | 0,286 | 0,322 | 0,352 | 0,407 |
| t3(s) | 0,201 | 0,289 | 0,319 | 0,351 | 0,404 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

= = …….. ; = ………

0,0005 (nửa độ chia nhỏ nhất)

= ……. (tính theo công thức chia từng s, rồi tính giá trị trung bình)

……

……

Ghi kết quả: g = = …..

**Hướng dẫn giải:**

|  |  |
| --- | --- |
| Đại lượng  | Lần đo |
| s(m) | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| t1(s) | 0,204 | 0,285 | 0,320 | 0,350 | 0,405 |
| t2(s) | 0,203 | 0,286 | 0,322 | 0,352 | 0,407 |
| t3(s) | 0,201 | 0,289 | 0,319 | 0,351 | 0,404 |
|  | 0,203 | 0,287 | 0,320 | 0,351 | 0,405 |
|  | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
|  | 0,5% | 0,5% | 0,3% | 0,2% | 0,3% |

= = 9,736 ; = 0,4%

0,0005 (nửa độ chia nhỏ nhất)

= 0,12% (tính theo công thức chia từng s, rồi tính giá trị trung bình)

 0,12% + 2.0,4% = 0,92%

9,736.0,92% = 0,086

Ghi kết quả: g = = 9,736 0,086 (m/s2)

**III. BÀI TẬP BỔ SUNG**

**IV. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM**

**Câu 1:** Trong các phép đo dưới đây, đâu là phép đo trực tiếp?

(1) Dùng thước đo chiều cao.

(2) Dùng đồng hồ đo thời gian.

(3) Đo gia tốc rơi tự do.

(4) Đo vận tốc của vật khi chạm đất.

A. (1), (2).
B. (1), (2), (4).
C. (2), (3), (4).
D. (2), (4).

**Câu 2:** Trong các phép đo dưới đây, đâu là phép đo gián tiếp?

(1) Dùng thước đo chiều cao.

(2) Dùng đồng hồ đo thời gian.

(3) Đo gia tốc rơi tự do.

(4) Đo vận tốc của vật khi chạm đất.

A. (1), (2).
B. (1), (2), (4).
C. (2), (3), (4).
D. (3), (4).

**Câu 3.** Từ bảng số liệu sau hãy xác định kết quả của phép đo.

|  |  |
| --- | --- |
|  **Lần đo****s (m)** | **Thời gian rơi** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 0,050 | 0,101 | 0,102 | 0,100 | 0,104 | 0,103 |
| 0,200 | 0,202 | 0,203 | 0,204 | 0,201 | 0,200 |
| 0,450 | 0,305 | 0,306 | 0,308 | 0,304 | 0,304 |
| 0,800 | 0,404 | 0,405 | 0,406 | 0,402 | 0,402 |

A. g = 9,730,10 m/s2 B. g = 9,860,12 m/s2

C. g = 9,80,20 m/s2 D. g = 9,70,10 m/s2

**Câu 4.** Từ bảng số liệu sau hãy xác định kết quả của phép đo.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Đại lượng | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Lần 4 | Lần 5 |
| s (m) | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| t1 (s) | 0,204 | 0,285 | 0,320 | 0,350 | 0,405 |
| t2 (s) | 0,203 | 0,286 | 0,322 | 0,352 | 0,407 |
| t3 (s) | 0,201 | 0,289 | 0,319 | 0,351 | 0,404 |

A. g = 9,7360,086 m/s2 B. g = 9,7360,863 m/s2

C. g = 9,8360,086 m/s2  D. g = 9,8360,863 m/s2

Bảng đáp án:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.A | 2.D | 3.A | 4.A |