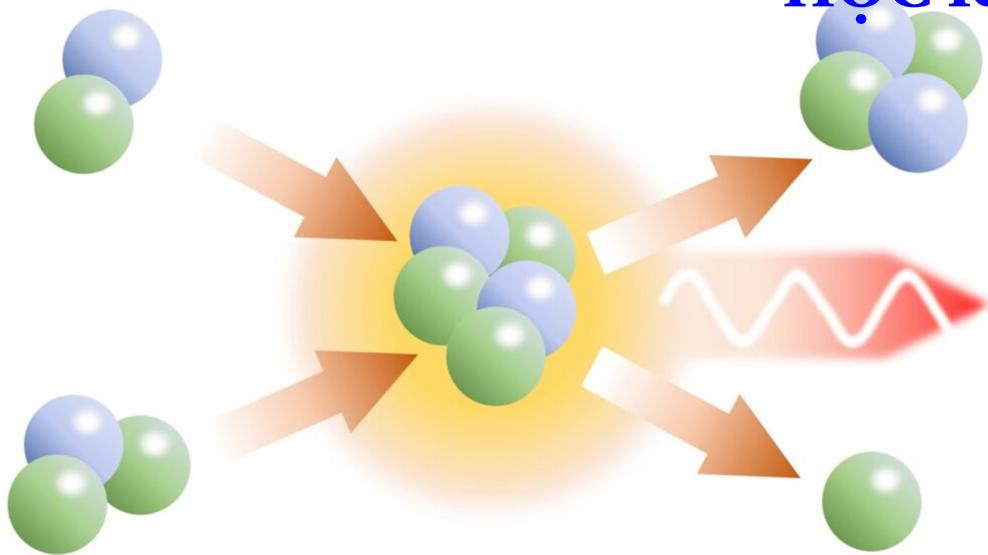


# VẬT LÝ 12

THEO CHƯƠNG TRÌNH MỚI

HỌC KÌ 2



LỚP VẬT LÝ CÔ THẢO - THẦY SANG  
(Tài liệu lưu hành nội bộ)

# Mục lục

---

## PHẦN II HỌC KỲ 2

<b>Chương 3. TỪ TRƯỜNG</b>	<b>3</b>
Bài 11. Khái niệm từ trường	3
Bài 12. Lực từ - Cảm ứng từ	17
Bài 13. Cảm ứng từ gây ra bởi dòng điện trong dây dẫn có hình dạng đặc biệt	40
Bài 14. Hiện tượng cảm ứng điện từ	54
Bài 15. Chuyển động của đoạn dây dẫn mang dòng điện trong từ trường	82
Bài 16. Đại cương về dòng điện xoay chiều	92
Bài 17. Máy biến áp - Truyền tải điện năng	107
Bài 18. ÔN TẬP CHƯƠNG 3	119
<b>Chương 4. VẬT LÍ HẠT NHÂN</b>	<b>126</b>
Bài 19. Cấu tạo hạt nhân	126
Bài 20. Năng lượng liên kết hạt nhân	137
Bài 21. Phản ứng hạt nhân	148
Bài 22. Phản ứng phân hạch - Phản ứng nhiệt hạch	163
Bài 23. Hiện tượng phóng xạ	175
Bài 24. ÔN TẬP CHƯƠNG 4	200

PHẦN

# HỌC KỲ 2

12

## TÀI LIỆU VẬT LÝ 12

Chương 3

## TỪ TRƯỜNG



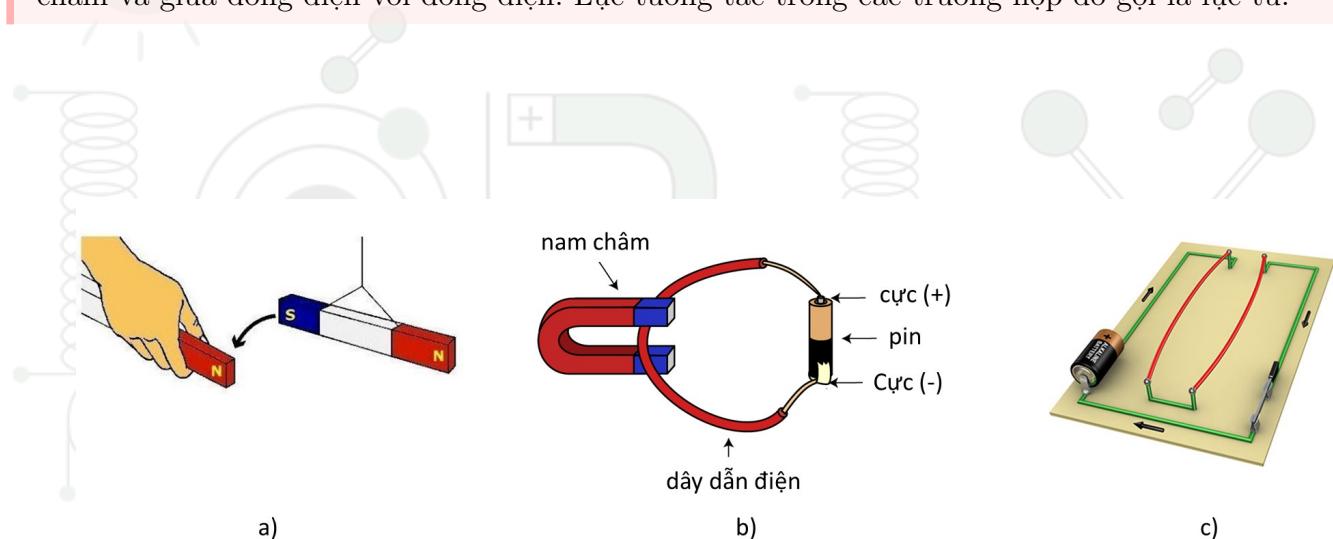
K12 – CHƯƠNG 3

## §11. KHÁI NIỆM TỪ TRƯỜNG

## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

## 1 | I Tương tác từ

**Khái niệm** Tương tác từ là tương tác giữa nam châm với nam châm, giữa dòng điện với nam châm và giữa dòng điện với dòng điện. Lực tương tác trong các trường hợp đó gọi là lực từ.



Hình 3.1: Tương tác từ giữa a) hai nam châm; b) nam châm với dòng điện; c) dòng điện với dòng điện.

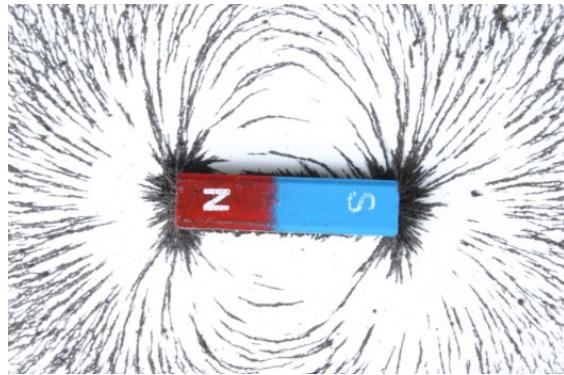
## 2 | II Từ trường

## 2.1. Khái niệm từ trường

**Khái niệm** Từ trường là trường lực gây ra bởi dòng điện hoặc nam châm, là một dạng của vật chất tồn tại xung quanh dòng điện hoặc nam châm mà biểu hiện cụ thể là sự xuất hiện của lực từ tác dụng lên một dòng điện hay một nam châm khác đặt trong nó.

## 2.2. Từ phỏ

**Khái niệm** Từ phỏ là hình ảnh tạo ra bởi các mạt sắt trong từ trường đang xét. Từ phỏ cho thấy hình ảnh trực quan của từ trường.



Hình 3.2: Từ phô của một nam châm thẳng.

### 3 | Cảm ứng từ

#### 3.1. Khái niệm cảm ứng từ

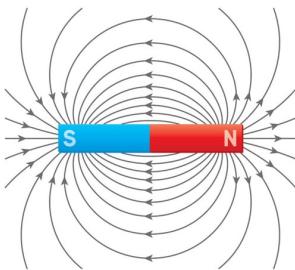
##### ⚡ Khái niệm

- ✓ Để đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực, người ta đưa vào một đại lượng vector gọi là cảm ứng từ, kí hiệu là  $\vec{B}$ .
- ✓ Phương của  $\vec{B}$  là phương của nam châm thử nằm cân bằng tại một điểm trong từ trường.
- ✓ Chiều của  $\vec{B}$  là chiều từ cực Nam sang Bắc của nam châm thử.
- ✓ Lực từ tác dụng lên một dòng điện (đoạn dây dẫn có dòng điện chạy qua) hay một nam châm đặt trong từ trường ở điểm nào lớn hơn thì cảm ứng từ tại điểm đó lớn hơn.

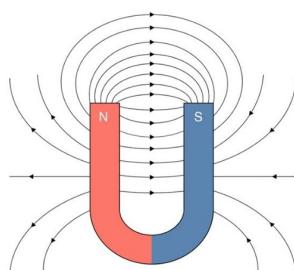
#### 3.2. Đường sức từ

##### ⚡ Khái niệm

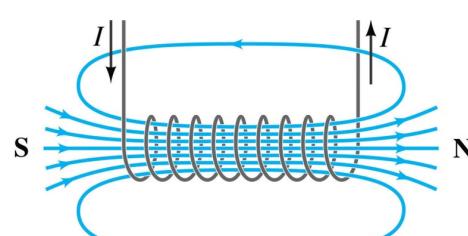
Đường sức từ là những đường mô tả từ trường, sao cho tiếp tuyến tại bất kì điểm nào trên đường sức từ đều có phương, chiều trùng với phương, chiều của vector cảm ứng từ tại điểm đó.



a)



b)



c)

Hình 3.3: Các đường sức từ của a) nam châm thẳng; b) nam châm chữ U; c) ống dây có dòng điện chạy qua.

Tính chất của các đường sức từ:

##### ⚡ Tính chất

- ✓ Tại mỗi điểm trong từ trường, có một và chỉ một đường sức từ đi qua điểm đó.

- ✓ Các đường sức từ là những đường cong kín. Đối với nam châm, các đường sức từ đi ra từ cực Bắc (N) và đi vào cực Nam (S).
- ✓ Nơi nào từ trường mạnh hơn thì các đường sức từ ở đó mau (dày) hơn, nơi nào từ trường yếu hơn thì các đường sức từ ở đó thưa hơn.

### 3.3. Từ trường đều

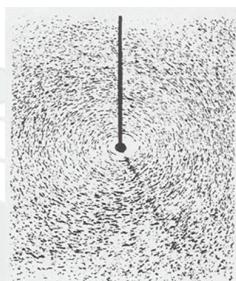
**Khái niệm** Từ trường đều là từ trường có cảm ứng từ  $\vec{B}$  tại mọi điểm đều bằng nhau.

**Ví dụ:** Vùng không gian giữa hai cực của nam châm chữ U có các đường sức từ gần như song song và cách đều nhau. Khi đó, từ trường giữa hai cực của nam châm chữ U được gọi là từ trường đều.

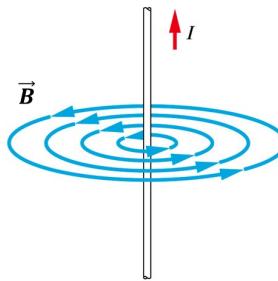
### 3.4. Đường sức từ của một số dây dẫn đặc biệt

#### ✓ Dòng điện thẳng

Đường sức từ của dòng điện điện thẳng là những đường tròn đồng tâm với tâm là giao điểm của đoạn dây dẫn và mặt phẳng.



a)



b)

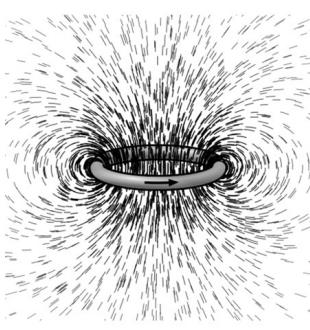
Hình 3.4: a) Từ phỏ của dòng điện thẳng; b) Quy tắc nắm bàn tay phải để xác định chiều đường sức từ của dòng điện thẳng.

#### Quy tắc nắm bàn tay phải để xác định chiều đường sức từ của dòng điện thẳng

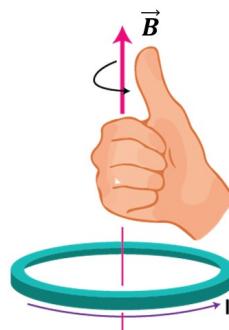
Đặt bàn tay phải sao cho ngón cái hướng theo chiều dòng điện, khum các ngón tay còn lại xung quanh đoạn dây dẫn, khi đó chiều từ cổ tay đến các ngón tay chỉ chiều của đường sức từ.

#### ✓ Dòng điện tròn

Đường sức từ tại những điểm nằm trên vòng dây của dòng điện tròn là đường thẳng.



a)



b)

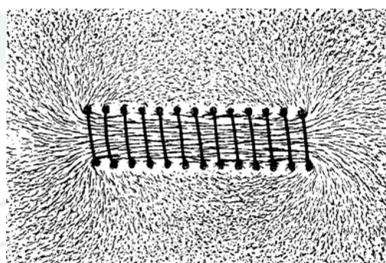
Hình 3.5: a) Từ phổ của dòng điện tròn, b) Quy tắc nắm tay phải để xác định chiều đường sức từ trên trục vòng dây của dòng điện tròn.

### Quy tắc nắm tay phải để xác định chiều đường sức từ tại tâm của dòng điện tròn

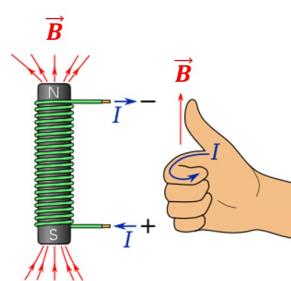
Khum bàn tay phải theo vòng dây tròn sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện trong dây dẫn; khi đó ngón cái choai ra chỉ chiều của đường sức từ xuyên qua mặt phẳng dòng điện.

#### Dòng điện trong ống dây

Đường sức từ tại những điểm nằm trên đường đi qua trục của ống dây là đường thẳng. Nếu chiều dài ống dây rất lớn so với bán kính các vòng dây, các đường sức từ bên trong ống dây sẽ song song và cách đều nhau. Một cách gần đúng, ta có thể xem từ trường bên trong ống dây là từ trường đều.



a)



b)

Hình 3.6: a) Từ phổ của dòng điện trong ống dây; b) Quy tắc nắm tay phải để xác định chiều của đường sức từ bên trong ống dây.

### Quy tắc nắm tay phải để xác định chiều đường sức từ tại tâm của ống dây

Tưởng tượng dùng bàn tay phải nắm lấy ống dây sao cho các ngón trỏ, ngón giữa, ... hướng theo chiều dòng điện; khi đó ngón cái choai ra chỉ chiều của đường sức từ trong lòng ống dây.

## B. VÍ DỤ MINH HỌA

DẠNG  
1

Nêu được khái niệm từ trường và biểu hiện của từ trường

### VÍ DỤ 1

Một học sinh có một nam châm đã biết vị trí cực Bắc và cực Nam. Để có thể sử dụng nam châm này xác định cực Bắc và cực Nam của các nam châm khác, học sinh này sẽ phải làm thế nào?

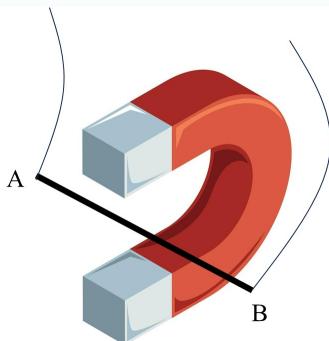
#### Lời giải.

Dựa cực Bắc của nam châm đã biết lại gần một đầu của nam châm chưa xác định cực:

- ✓ nếu nam châm bị đẩy thì cực của nam châm chưa biết là cực Bắc.
- ✓ nếu nam châm bị hút thì cực của nam châm chưa biết là cực Nam.

**VÍ DỤ 2**

Đoạn dây dẫn AB căng thẳng mang điện tích. Nếu đưa một nam châm lại gần như hình thì đoạn dây AB có bị tác dụng bởi nam châm hay không? Giải thích.

**Lời giải.**

Đoạn dây AB không bị tác dụng bởi nam châm.

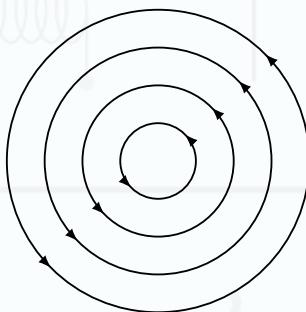
Vì từ trường tác dụng lên dòng điện mà không tác dụng lên điện tích tĩnh.

**DẠNG  
2**

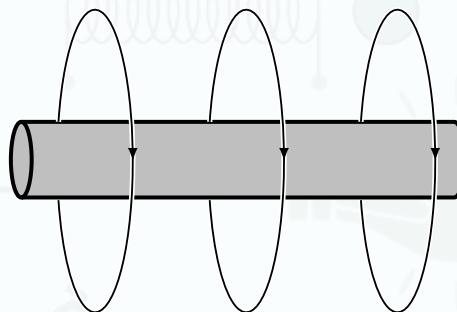
**Vận dụng quy tắc nắm tay phải để xác định chiều đường sức từ hoặc chiều dòng điện**

**VÍ DỤ 3**

Cho biết hình dạng và chiều của các đường sức từ như các hình vẽ. Xác định chiều của dòng điện chạy trong các dây dẫn ở các trường hợp sau:



Hình a

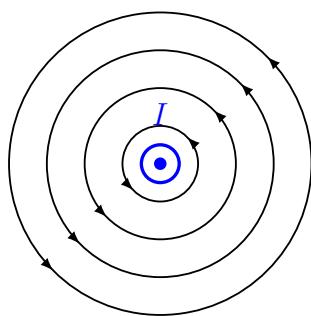


Hình b

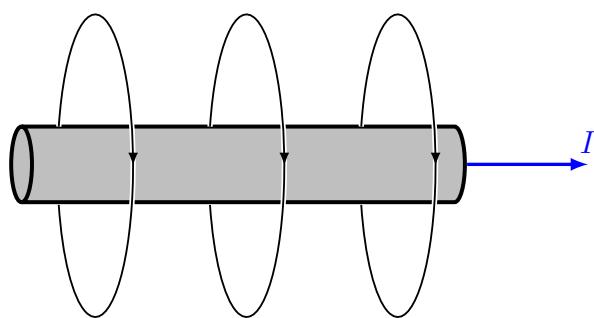
**⚠ Quy ước:**

- Ⓐ Ⓛ *chiều dòng điện hướng vuông góc từ ngoài vào trong trang giấy.*
- Ⓑ Ⓜ *chiều dòng điện hướng vuông góc từ trong trang giấy ra ngoài.*

**Lời giải.**



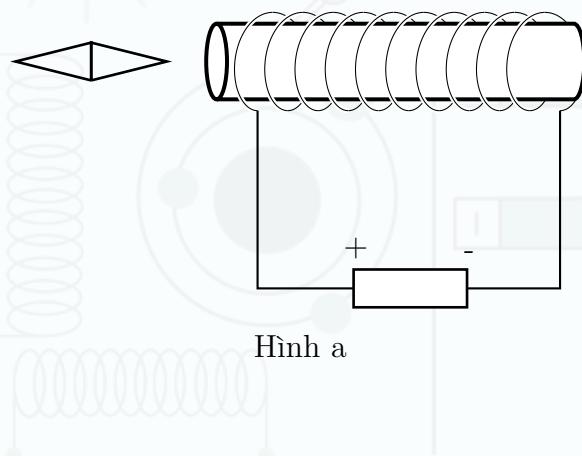
Hình a



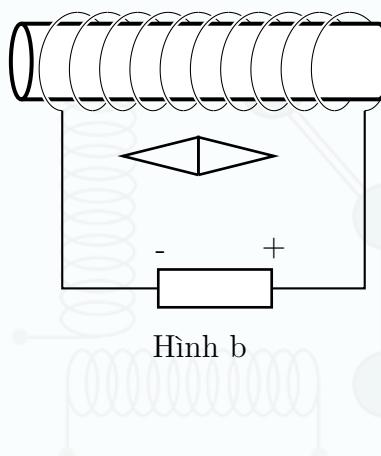
Hình b

**VÍ DỤ 4**

Hãy xác định cực của ống dây và cực của kim nam châm trong hai hình sau:

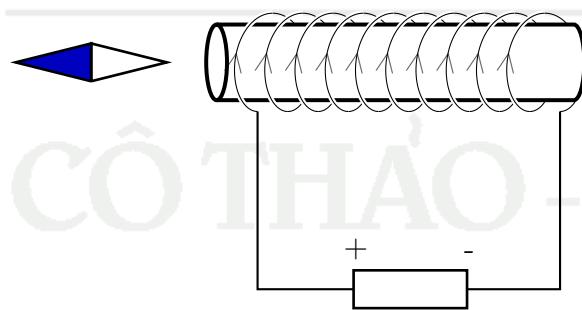


Hình a

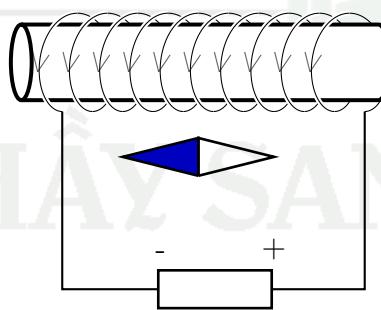


Hình b

**Lời giải.**



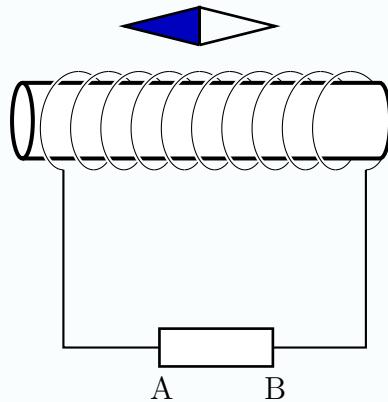
Hình a



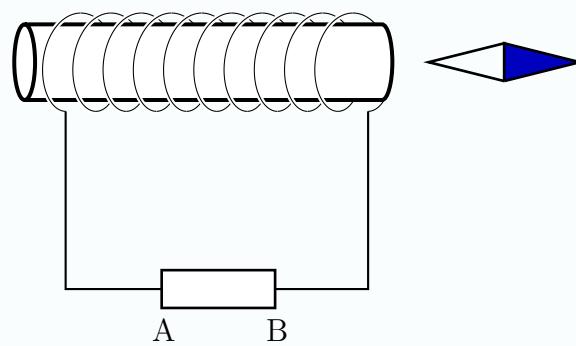
Hình b

**VÍ DỤ 5**

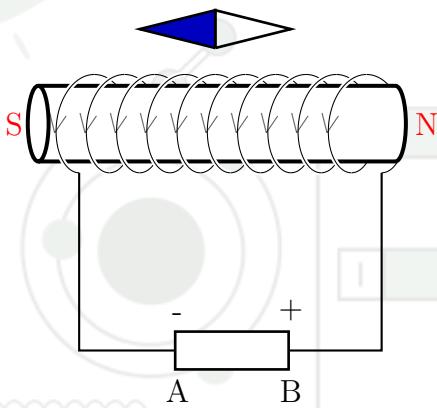
Hãy xác định cực của nguồn AB trong hai trường hợp sau:



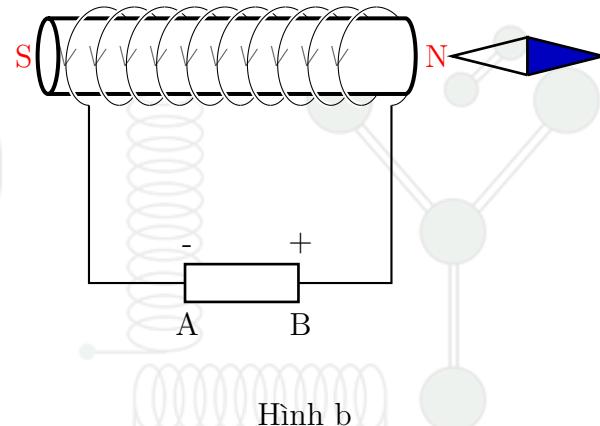
Hình a



Hình b

**Lời giải.**

Hình a



Hình b

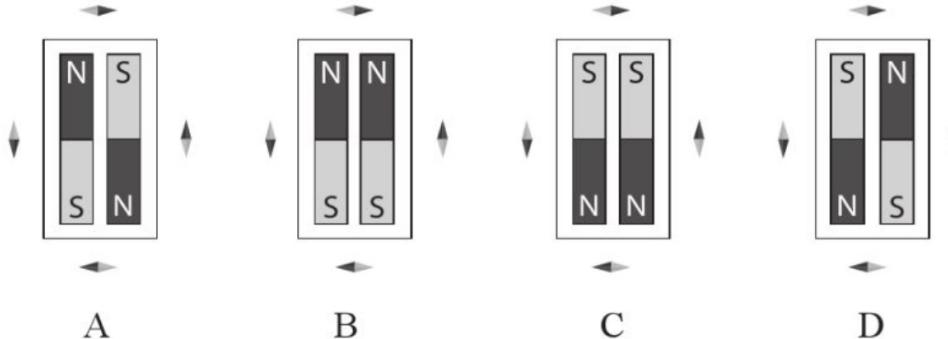
**C. BÀI TẬP****1 Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn****Câu 1.** Một thanh nam châm bao giờ cũng có

- (A)** một loại cực từ.  
**(B)** hai loại cực từ.  
**(C)** ba loại cực từ.  
**(D)** một hoặc hai loại cực từ.

Chọn đáp án **(B)** ..... **Câu 2.** Khi đưa cực từ bắc của thanh nam châm này lại gần gần cực từ nam của thanh nam châm kia thì

- (A)** chúng hút nhau.  
**(B)** tạo ra dòng điện.  
**(C)** chúng đẩy nhau.  
**(D)** chúng không hút nhau cũng không đẩy nhau.

Chọn đáp án **(A)** ..... **Câu 3.** Sự sắp xếp kim nam châm ở hình nào sau đây là **đúng**?

**A.****B.****C.****D.****Lời giải.**Chọn đáp án **A** .....**Câu 4.** Tương tác từ **không** xảy ra trong trường hợp nào sau đây?

- A** Một thanh nam châm và một dòng điện không đổi đặt gần nhau.  
**B** Hai thanh nam châm đặt gần nhau.  
**C** Một thanh nam châm và một thanh đồng đặt gần nhau.  
**D** Một thanh nam châm và một thanh sắt non đặt gần nhau.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C** .....**Câu 5.** Tính chất cơ bản của từ trường là

- A** gây ra lực từ tác dụng lên nam châm hoặc lên dòng điện đặt trong đó.  
**B** gây ra lực hấp dẫn lên các vật đặt trong đó.  
**C** gây ra lực đòn hồi tác dụng lên các dòng điện và nam châm đặt trong đó.  
**D** gây ra sự biến đổi về tính chất điện của môi trường xung quanh.

**Lời giải.**Chọn đáp án **A** .....**Câu 6.** Các đường sức từ

- A** luôn cắt nhau.  
**B** không bao giờ cắt nhau.  
**C** luôn song song nhau.  
**D** có thể cắt nhau hoặc không.

**Lời giải.**Chọn đáp án **B** .....**Câu 7.** Xung quanh vật nào sau đây **không** có từ trường?

- A** Dòng điện không đổi.  
**B** Hạt mang điện chuyển động.  
**C** Hạt mang điện đứng yên.  
**D** Nam châm hình chữ U.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C** .....**Câu 8.** Trong các phát biểu sau, có bao nhiêu phát biểu **đúng**?

- (1) Mọi nam châm đều có hai cực: cực âm Nam (S) và cực Bắc (N).
- (2) Một số loài vật có thể sử dụng từ trường để tạo ra dòng điện làm tê liệt con mồi.
- (3) Trái Đất là một nam châm khổng lồ, cực Bắc nam châm Trái Đất chính là cực Bắc địa lí và ngược lại.
- (4) Cảm ứng từ là đại lượng đặc trưng cho từ trường về mặt năng lượng.

**A** 1.**B** 2.**C** 3.**D** 4.**Lời giải.**

Phát biểu đúng là (1).

Chọn đáp án **(A)** ..... **Câu 9.** Chỉ ra câu sai.

- A** Các đường mạt sắt của từ phô cho biết dạng của đường sức từ.  
**B** Các đường sức từ của từ trường đều là những đường thẳng song song, cách đều nhau.  
**C** Nói chung các đường sức điện của điện tích đứng yên thì không kín, còn các đường sức từ là những đường cong kín.  
**D** Một hạt mang điện chuyển động theo quỹ đạo tròn trong từ trường thì quỹ đạo của nó là một đường sức từ của từ trường.

**Lời giải.**Chọn đáp án **(D)** ..... **Câu 10.** Các đường sức từ xung quanh dây dẫn thẳng có dòng điện không đổi chạy qua có dạng là

- A** những đường thẳng song song với dòng điện.  
**B** những đường thẳng vuông góc với dòng điện.  
**C** những vòng tròn đồng tâm với tâm nằm tại vị trí nơi dòng điện chạy qua.  
**D** những đường xoắn ốc đồng trực với trực là dòng điện.

**Lời giải.**Chọn đáp án **(C)** ..... **Câu 11.** Từ phô là

- A** hình ảnh của các đường mạt sắt cho ta hình ảnh của các đường sức từ của từ trường.  
**B** hình ảnh tương tác của hai nam châm với nhau.  
**C** hình ảnh tương tác giữa dòng điện và nam châm.  
**D** hình ảnh tương tác của hai dòng điện chạy trong hai dây dẫn thẳng song song.

**Lời giải.**Chọn đáp án **(A)** ..... **Câu 12.** Phát biểu nào sau đây **không** đúng?

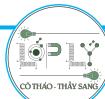
- A** Qua bất kì điểm nào trong từ trường, ta cũng có thể vẽ được một đường sức từ.  
**B** Đường sức từ do nam châm thẳng tạo ra xung quanh nó là những đường thẳng.  
**C** Đường sức từ mau hơn ở nơi có từ trường lớn hơn, đường sức thua hơn ở nơi có từ trường nhỏ hơn.  
**D** Các đường sức từ là những đường cong kín.

**Lời giải.**Chọn đáp án **(B)** ..... **Câu 13.** Đặt một kim nam châm song song với dòng điện. Khi cho dòng điện chạy qua dây dẫn, ta thấy

- A** kim nam châm lệch một góc so với phương ban đầu.  
**B** kim nam châm đứng yên.  
**C** kim nam châm quay tròn xung quanh trực.  
**D** kim nam châm quay trái, quay phải liên tục.

**Lời giải.**Chọn đáp án **(A)** ..... **Câu 14.** Phát biểu nào sau đây nói lên tính chất khác biệt của nam châm điện so với nam châm vĩnh cửu?

- A** Nam châm điện có cực từ bắc và cực từ nam.



(B) Nam châm điện có thể hút các vật làm bằng vật liệu sắt từ.

(C) Có thể bắt hoặc tắt từ trường của nam châm điện.

(D) Không thể đảo ngược được cực từ của nam châm điện.

Lời giải.

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 15.** Một kim nam châm nhỏ nằm cân bằng tại một điểm trong từ trường. Hướng của từ trường tại điểm đó được quy ước là hướng

(A) từ địa cực Bắc sang địa cực Nam của Trái Đất.

(B) từ địa cực Nam sang địa cực Bắc của Trái Đất.

(C) từ cực Nam sang cực Bắc của kim nam châm nhỏ.

(D) từ cực Bắc sang cực Nam của kim nam châm nhỏ.

Lời giải.

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 16.** Có hai thanh kim loại bằng sắt, bề ngoài giống nhau. Khi đặt chúng gần nhau thì chúng hút nhau. Kết luận nào sau đây về hai thanh đó là **đúng**?

(A) Đó là hai thanh nam châm.

(B) Một thanh là nam châm, thanh còn lại là thanh sắt.

(C) Có thể là hai thanh nam châm, cũng có thể là hai thanh sắt.

(D) Có thể là hai thanh nam châm, cũng có thể là một thanh nam châm và một thanh sắt.

Lời giải.

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 17.** Từ trường của một nam châm thẳng giống từ trường được tạo bởi

(A) một dây dẫn thẳng có dòng điện chạy qua. (B) một ống dây có dòng điện chạy qua.

(C) một nam châm hình chữ U. (D) một vòng dây tròn có dòng điện chạy qua.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 18.** Chọn ý sai. Người ta thường dùng nam châm điện thay cho nam châm vĩnh cửu là do

(A) nam châm điện có thể tạo ra từ trường mạnh/yếu tuỳ theo nhu cầu sử dụng.

(B) nam châm vĩnh cửu tạo ra từ trường không đủ mạnh.

(C) nam châm điện có thể thay đổi các cực của nam châm dễ dàng.

(D) không thể dùng nam châm vĩnh cửu trong các ứng dụng hàng ngày.

Lời giải.

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 19.** Một thanh nam châm được tách làm hai nửa. Chọn phát biểu **đúng**?

(A) Từ trường của mỗi mảnh rời nhau trở nên mạnh hơn.

(B) Các cực từ được tách ra.

(C) Hai thanh nam châm mới được tạo ra.

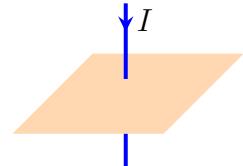
(D) Điện trường được sinh ra.

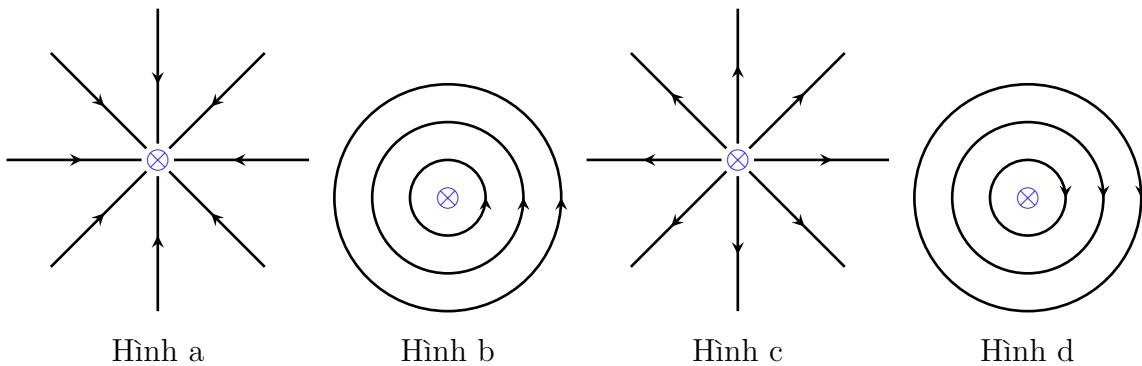
Lời giải.

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 20.**

Cho một dòng điện thẳng, dài, đi qua một tấm bìa như hình vẽ bên. Dòng điện trong dây gây ra một từ trường xung quanh nó. Hình vẽ nào trong hình 3.7 biểu diễn **đúng** chiều của các đường sức từ khi nhìn từ phía trên xuống?





Hình 3.7:

**A** Hình a.**B** Hình b.**C** Hình c.**D** Hình d.**Lời giải.**Chọn đáp án **D** ..... 

## 2 Trắc nghiệm đúng/sai

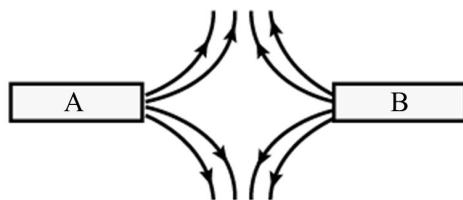
**Câu 1.** Nhận xét nào sau đây là **không đúng** khi nói về tương tác từ giữa các vật?

Phát biểu	<b>D</b>	<b>S</b>
a) Dòng điện có thể tác dụng lực từ lên nam châm.	<input checked="" type="checkbox"/>	
b) Nam châm thẳng không thể tác dụng lực từ lên nam châm chữ U.		X
c) Hai dòng điện có thể tương tác từ với nhau.	<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Hai dòng điện ngược chiều không thể tương tác với nhau.		X

**Lời giải.**Chọn đáp án **a** đúng | **b** sai | **c** đúng | **d** sai ..... **Câu 2.** Cho hai nam châm thẳng đặt gần nhau và đối nhau:

Phát biểu	<b>D</b>	<b>S</b>
a) Nếu cực Bắc của một nam châm đối diện với cực Nam của nam châm kia, chúng sẽ hút nhau.	<input checked="" type="checkbox"/>	
b) Nếu hai cực cùng cực đối diện, đường sức từ sẽ đi ra từ một nam châm và kết thúc ở nam châm kia.		X
c) Nếu hai cực Bắc của hai nam châm đặt đối diện nhau, các đường sức từ sẽ đẩy lẩn nhau tạo thành một khu vực không có đường sức từ giữa chúng.	<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Đưa hai cực của nam châm ra xa nhau, lực từ tương tác giữa chúng sẽ mạnh hơn so với khi chúng đặt gần nhau.		X

**Lời giải.**Chọn đáp án **a** đúng | **b** sai | **c** đúng | **d** sai ..... **Câu 3.** Hình bên biểu diễn đường sức từ của hai nam châm thẳng đặt gần nhau. Từ hình cho biết:



Phát biểu	D	S
a) Các cực Nam (S) hướng đối diện nhau.		X
b) Đường sức từ sẽ xuất phát từ điểm có từ trường mạnh nhất và kết thúc ở điểm có từ trường yếu nhất.		X
c) Khi hai nam châm cùng cực đặt đối diện nhau, đường sức từ sẽ bị biến dạng bởi vì sự tương tác giữa hai từ trường sẽ làm cho các đường sức từ bị uốn cong và hướng ra xa nhau. (X)		
d) Nếu các cực cùng tên của hai nam châm đặt đối diện nhau nhưng không chạm, ta có thể quan sát thấy một số đường sức từ chạm vào nhau tại điểm giữa hai nam châm.		X

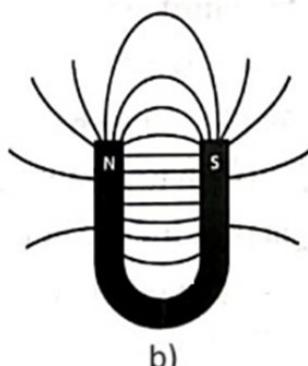
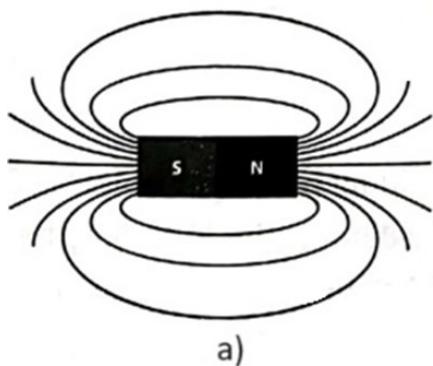
Lời giải.

- a) Các cực hướng đối diện nhau trong hình là cực Bắc.
- b) Các đường sức từ là các đường cong kín, không có điểm khởi đầu và kết thúc.
- c) Đúng.
- d) Các đường sức từ không cắt nhau.

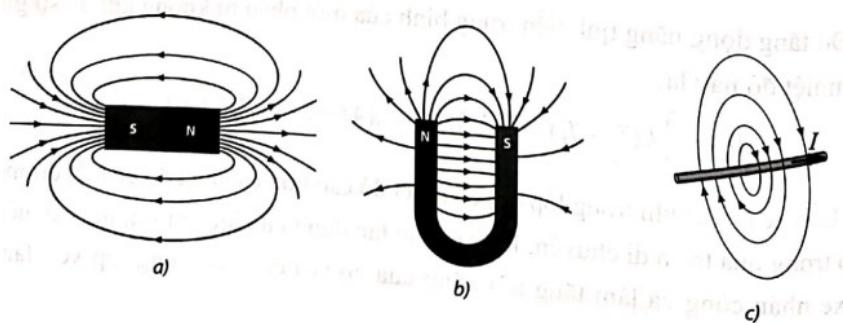
Chọn đáp án  a sai  b sai  c đúng  d sai

### 3 | Tự luận

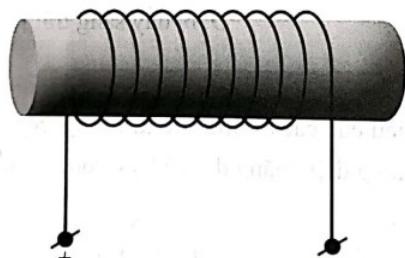
**Câu 1.** Vẽ chiều của các đường sức từ tương ứng với nam châm thẳng, nam châm chữ U và dòng điện thẳng dài vô hạn trong các hình bên.



Lời giải.



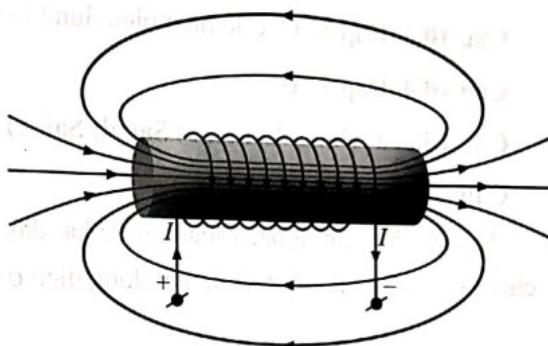
**Câu 2.** Một cuộn dây dẫn được quấn quanh một lõi thép với hai đầu dây nối với nguồn điện không đổi như hình 3.8. Hãy vẽ chiều dòng điện trong mạch và vẽ phác các đường sức từ tạo bởi cuộn dây.



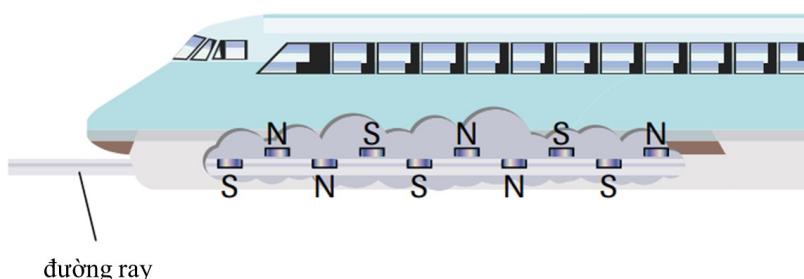
Hình 3.8:

**Lời giải.**

Chiều dòng điện trong mạch được thể hiện như hình bên. Dựa vào quy tắc nắm tay phải, ta xác định được chiều các đường sức từ tạo bởi ống dây.



**Câu 3.** Hiện nay, tàu đệm từ là một trong những phương tiện di chuyển với tốc độ cao ở các quốc gia phát triển. Xét một tàu đệm từ như hình 3.9, trong đó tàu được nâng lơ lửng trong không khí bằng hệ thống các nam châm điện. Ngoài ra, trên thân tàu và đường ray còn được gắn các nam châm điện khác đóng vai trò tăng tốc và giảm tốc cho tàu trong quá trình chuyển động.

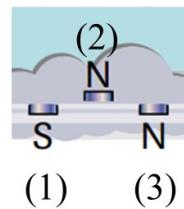


Hình 3.9:

- a) Giả sử tại một thời điểm nào đó, cực từ của các nam châm được mô tả như trong hình, khi đó lực từ tổng hợp tác dụng lên tàu đệm từ đóng vai trò là lực đẩy hay lực cản chuyển động của tàu? Vì sao?
- b) Khi tàu sắp đến nhà ga và bắt đầu chuyển động chậm lại, khi đó chiều dòng điện chạy qua các nam châm điện cần thay đổi như thế nào?

 **Lời giải.**

- a) Xét bộ 3 nam châm liên tiếp nhau như hình bên. Sự tương tác giữa các cặp nam châm diễn ra như sau:

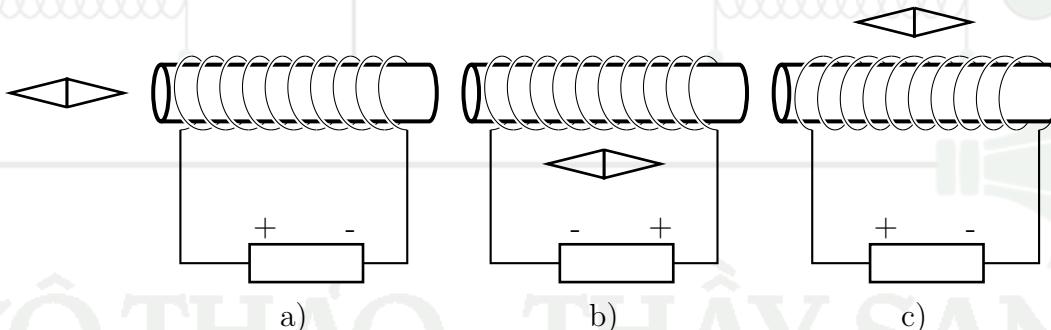


- ✓ Nam châm (1) hút nam châm (2).
- ✓ Nam châm (3) đẩy nam châm (2).

Kết quả làm tàu đệm từ bị đẩy về phía trước. Điều tương tự xảy ra cho các bộ 3 nam châm liên tiếp nhau còn lại. Do đó, lực từ lúc này đóng vai trò là lực đẩy.

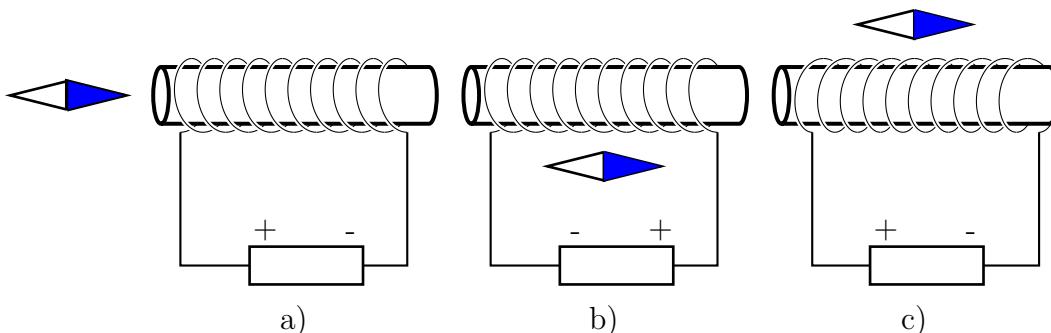
- b) Để tàu đệm từ giảm tốc độ, lực từ phải đóng vai trò là lực cản. Muốn vậy, dòng điện chạy qua bộ 3 nam châm điện liên tiếp nhau trong hình vẽ trên phải đổi chiều sao cho: nam châm (1) đẩy nam châm (2); nam châm (3) hút nam châm (2).

**Câu 4.** Hãy xác định cực của các kim nam châm trong hình 3.10.



Hình 3.10:

 **Lời giải.**



## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

## 1 | Độ lớn cảm ứng từ

**Khái niệm** Cảm ứng từ  $\vec{B}$  là một đại lượng vector, đặc trưng cho từ trường về phương diện tác dụng lực. Cảm ứng từ tại một điểm trong từ trường có:

- ✓ Phương trùng với phương của nam châm thứ nằm cân bằng tại điểm đó.
- ✓ Chiều từ cực Nam sang cực Bắc của nam châm thứ.
- ✓ Độ lớn được xác định bằng biểu thức:

$$B = \frac{F}{IL \sin \theta} \quad (3.1)$$

Trong hệ SI, cảm ứng từ có đơn vị là tesla (T). Đơn vị tesla là đơn vị dẫn xuất, có mối liên hệ với các đơn vị cơ bản theo biểu thức:

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \quad (3.2)$$

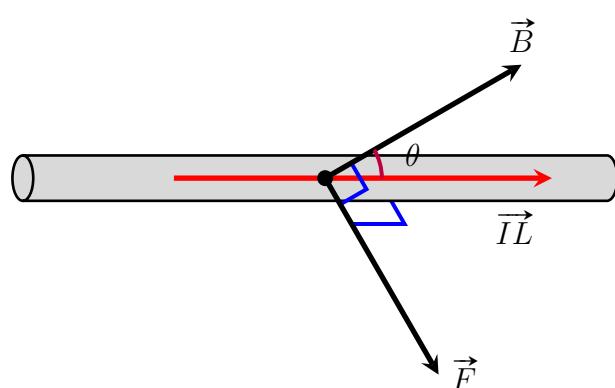
1 T là độ lớn của cảm ứng từ của một từ trường đều mà khi đặt một dây dẫn có chiều dài 1 m mang dòng điện có cường độ 1 A vào trong từ trường đó và vuông góc với vector cảm ứng từ thì dây dẫn sẽ chịu một lực từ có độ lớn 1 N.

## 2 | Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện

## 2.1. Độ lớn lực từ

Lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều được tính bởi biểu thức:

$$F = ILB \sin \theta \quad (3.3)$$



trong đó:

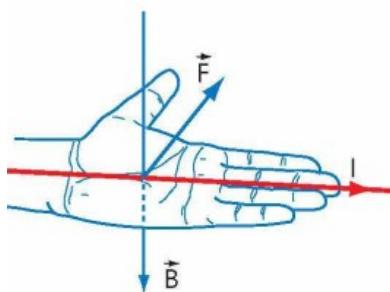
- ✓  $F$ : độ lớn lực từ tác dụng lên đoạn dây, đơn vị trong hệ SI là (m);
- ✓  $B$ : độ lớn cảm ứng từ, đơn vị trong hệ SI là (T);

- ✓  $I$ : cường độ dòng điện qua đoạn dây, đơn vị trong hệ SI là (A);
- ✓  $L$ : chiều dài đoạn dây, đơn vị trong hệ SI là (m);
- ✓  $\theta$ : góc hợp bởi vector  $\vec{B}$  và vector phần tử dòng điện  $\vec{IL}$ .

## 2.2. Phương và chiều của lực từ

Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện trong từ trường đều có:

- ✓ Điểm đặt là tại trung điểm của đoạn dây.
- ✓ Phương vuông góc với mặt phẳng chứa đoạn dây dẫn mang dòng điện và vector cảm ứng từ.
- ✓ Chiều được xác định bằng quy tắc bàn tay trái:  
Đặt bàn tay trái sao cho các đường súc từ hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, khi đó ngón cái choai ra  $90^\circ$  chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện.



Hình 3.11: Hình vẽ mô tả quy tắc bàn tay trái.

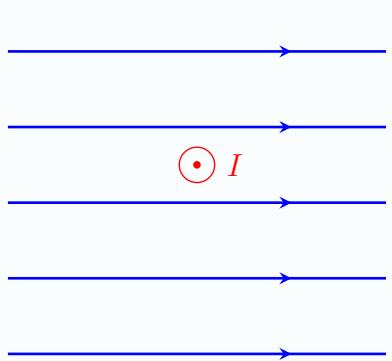
## B. VÍ DỤ MINH HỌA

DẠNG  
**1**

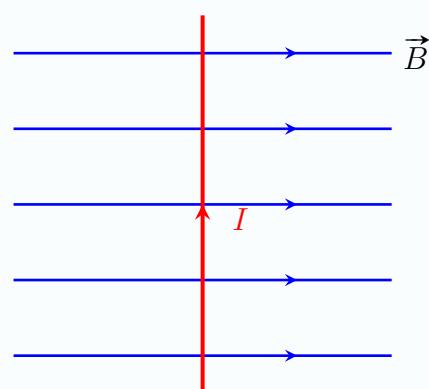
Vận dụng quy tắc bàn tay trái để xác định lực từ tác dụng đoạn dây dẫn mang dòng điện

### ✓ VÍ DỤ 1

Với mỗi trường hợp như hình, hãy xác định xem có lực từ tác dụng lên mỗi dây dẫn mang dòng điện hay không? Nếu có, hãy cho biết hướng của chúng.

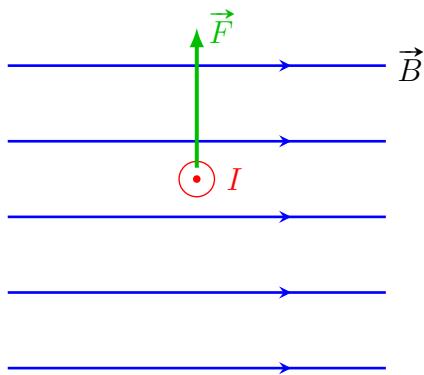


Hình a

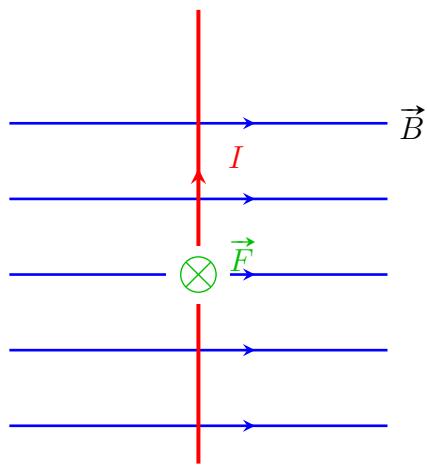


Hình b

**Lời giải.**



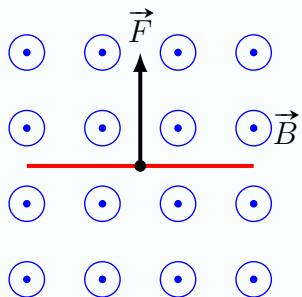
Hình a



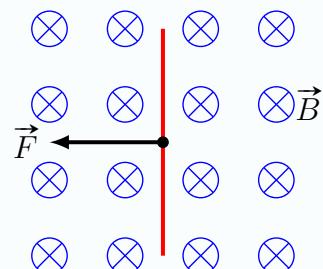
Hình b

### Ví dụ 2

Xác định chiều của dòng điện trong các hình bên dưới.

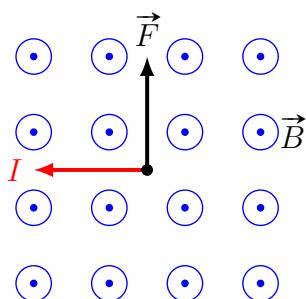


Hình a

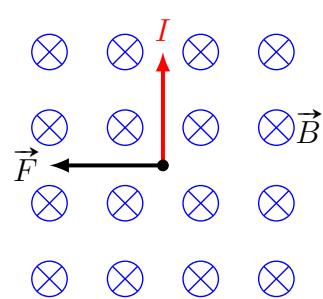


Hình b

**Lời giải.**



Hình a



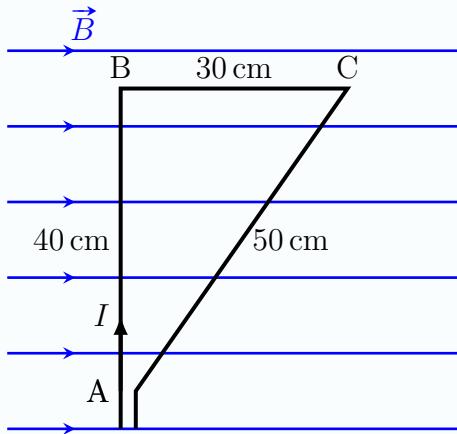
Hình b

Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn chiều dài  $L$  đặt trong từ trường đều  $B$  có dòng điện  $I$  chạy qua:

$$F = ILB \sin \theta.$$

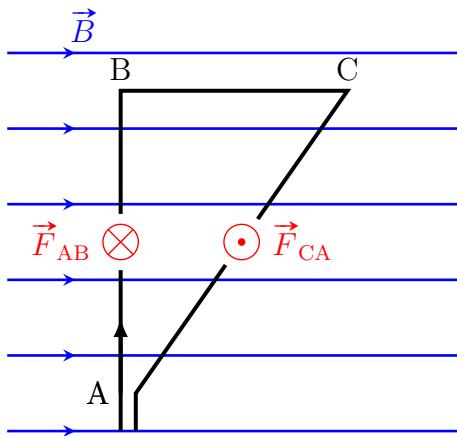
### VÍ DỤ 3

Một dòng điện có cường độ 0,6 A chạy dọc theo dây dẫn bằng đồng được uốn thành khung hình tam giác ABC như hình vẽ. Khung được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $2,8 \cdot 10^{-4}$  T. Xác định lực từ tác dụng lên cạnh:



- a) AB.
- b) AC.
- c) BC.

#### Lời giải.



- a) Độ lớn lực từ tác dụng lên cạnh AB:

$$F_{AB} = IB \cdot AB \cdot \sin(\overrightarrow{AB}, \vec{B}) = (0,6 \text{ A}) \cdot (2,8 \cdot 10^{-4} \text{ T}) \cdot (0,4 \text{ m}) \cdot \sin 90^\circ = 6,72 \cdot 10^{-5} \text{ N.}$$

Chiều lực từ hướng vuông góc từ ngoài vào trong trang giấy.

- b) Độ lớn lực từ tác dụng lên cạnh AC:

$$F_{CA} = IB \cdot CA \cdot \sin(\overrightarrow{CA}, \vec{B}) = IB \cdot CA \cdot \sin(\pi - \widehat{BCA})$$

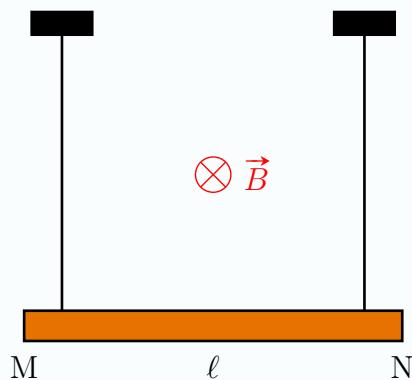
$$\Rightarrow F_{CA} = I \cdot B \cdot CA \cdot \sin \widehat{BCA} = IB \cdot CA \cdot \frac{AB}{CA} = (0,6 \text{ A}) \cdot (2,8 \cdot 10^{-4} \text{ T}) \cdot (0,5 \text{ m}) \cdot \left( \frac{40 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} \right) = 6,72 \cdot 10^{-5} \text{ N.}$$

Chiều lực từ vuông góc từ trong ra ngoài trang giấy.

c)  $F_{BC} = 0$  vì  $(\overrightarrow{BC}, \vec{B}) = 0^\circ$ .

### Ví dụ 4

Một dây dẫn thẳng MN chiều dài  $\ell$ , khối lượng của một đơn vị dài của dây là  $d = 0,04 \text{ kg/m}$ . Dây dẫn được treo bằng hai dây dẫn nhẹ thẳng đứng và đặt trong từ trường đều có  $\vec{B}$  vuông góc với mặt phẳng chứa MN và dây treo như hình bên dưới, độ lớn  $B = 0,04 \text{ T}$ . Cho dòng điện có cường độ  $I$  đi qua dây dẫn.



- a) Xác định chiều và độ lớn của  $I$  để lực căng của các dây treo bằng 0.
- b) Cho  $MN = 25 \text{ cm}$ , dòng điện qua dây dẫn có cường độ  $I' = 16 \text{ A}$  và có chiều từ N đến M. Tính lực căng mỗi dây trong trường hợp này. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

#### Lời giải.

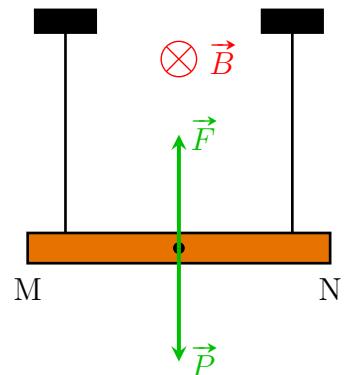
Khối lượng dây  $m = d \cdot \ell$ .

- a) Để lực căng của các dây treo bằng 0 thì lực từ  $\vec{F}$  phải cùng phương, ngược chiều và bằng về độ lớn với trọng lượng  $\vec{P}$  như hình vẽ.

Áp dụng quy tắc bàn tay trái, để lực từ  $\vec{F}$  cùng phương, ngược chiều  $\vec{P}$  thì chiều dòng điện phải đi từ M đến N.

Từ  $F = P \Leftrightarrow I\ell B = mg$

$$\Leftrightarrow I = \frac{mg}{B\ell} = \frac{gd}{B} = \frac{(0,04 \text{ kg/m}) \cdot (10 \text{ m/s}^2)}{0,04 \text{ T}} = 10 \text{ A.}$$



- b) Khi  $I' = 16 \text{ A}$ , ta có:

✓ Lực từ  $\vec{F}$  tác dụng lên thanh có độ lớn:

$$F' = I'\ell B = 0,16 \text{ N.}$$

✓ Khối lượng dây:

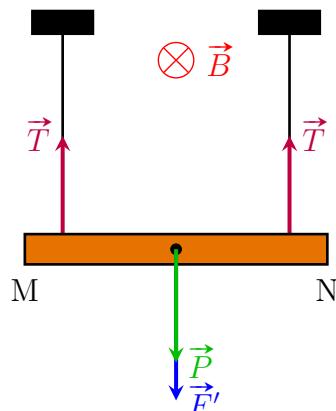
$$m = \ell d = 0,01 \text{ kg.}$$

✓ Trọng lượng của thanh:

$$P = mg = 0,1 \text{ N.}$$

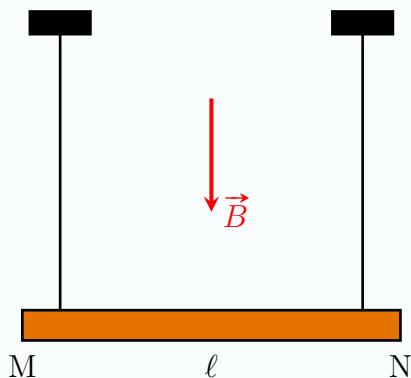
Do  $I'$  có chiều từ N đến M nên  $\vec{F}'$  cùng phương, cùng chiều với  $\vec{P}$ .

$$\Rightarrow \text{Lực căng mỗi dây: } T = \frac{P + F'}{2} = 0,13 \text{ N.}$$

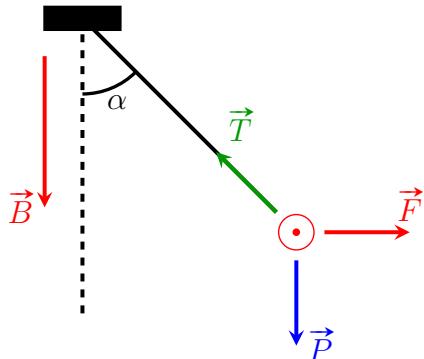


### VÍ DỤ 5

Treo đoạn dây dẫn MN = 5 cm khối lượng 5 g bằng hai dây không dẫn, khối lượng không đáng kể. Không gian có từ trường đều với vector cảm ứng từ có phương vuông góc với đoạn dây, chiều từ trên xuống và có độ lớn  $B = 0,5 \text{ T}$ . Tính góc lệch của dây treo so với phương thẳng đứng khi đoạn dây MN nằm cân bằng, biết cường độ dòng điện qua đoạn dây MN là 2 A, lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



### Lời giải.



Dây dẫn nằm cân bằng nên:

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$$

Từ đó, ta có:

$$\tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{I\ell B \sin 90^\circ}{mg} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ.$$

## C. BÀI TẬP

## 1 Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Cho các phát biểu sau đây:

- (1) Từ trường có thể tác dụng lực từ lên các điện tích đứng yên đặt trong nó.
  - (2) Từ trường có khả năng tác dụng lực từ lên dòng điện đặt trong nó.
  - (3) Từ trường có khả năng tác dụng lực từ lên nam châm đặt trong nó.
  - (4) Dưỡng sức từ luôn là những đường cong khép kín.

Trong các phát biểu trên, số phát biểu đúng là

- (A)** 1. **(B)** 2. **(C)** 3.

## Lời giải.

Các phát biểu đúng là (2), (3), (4)

### Chọn đáp án **C**

**Câu 2.** Trong hệ SI, đơn vị đo độ lớn cảm ứng từ là

- (A)** fara (F).      **(B)** henry ( $\Omega$ ).      **(C)** tesla (T).      **(D)** ampere (A).

Lời giải.

### Chọn đáp án (C)

**Câu 3.** Đặt một dây dẫn có chiều dài là  $\ell$ , mang dòng điện  $I$  trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ  $B$  và tạo với cảm ứng từ góc  $\theta$ . Lực do từ trường tác dụng lên dây dẫn có độ lớn là

- A**  $\frac{I\ell}{B} \sin \theta.$       **B**  $BI\ell \cos \theta.$       **C**  $BI\ell \sin \theta.$       **D**  $I^2\ell B \sin \theta.$

## Lời giải.

### Chọn đáp án C

**Câu 4.** Chọn cụm từ và công thức phù hợp để điền vào chỗ trống.

Cảm ứng từ là một đại lượng (1)..., đặc trưng cho từ trường về phương diện tác dụng lực. Khi một đoạn dây dẫn thẳng có chiều dài  $L$ , mang dòng điện có cường độ  $I$  được đặt trong vùng từ trường đều có cảm ứng từ  $\vec{B}$  hợp với chiều dòng điện một góc  $\theta$  thì độ lớn cảm ứng từ được xác định bởi biểu thức (2) ...

- A** (1) vô hướng, (2)  $B = \frac{F}{IL \cos \theta}$ .

**C** (1) vô hướng, (2)  $B = \frac{F}{IL \sin \theta}$ .

- B** (1) vector, (2)  $B = \frac{F}{IL \sin \theta}$ .

- (D) (1) vector, (2)  $B = \frac{F}{IL \cos \theta}$ .

## Lời giải.

## Chọn đáp án (B)

**Câu 5.** Tìm phát biểu **đúng** trong các phát biểu sau.

Một dòng điện đặt vuông góc với đường sức từ trong từ trường, chiều của lực từ tác dụng vào dòng điện sẽ không thay đổi khi

- A** đổi chiều dòng điện ngược lại.
  - B** đổi chiều cảm ứng từ ngược lại.
  - C** đồng thời đổi chiều dòng điện và đổi chiều cảm ứng từ.



- D** quay dòng điện một góc  $90^\circ$  xung quanh đường sức từ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....

**Câu 6.** Chỉ ra phát biểu **sai**.

- A** Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện có phương vuông góc với dòng điện.
- B** Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện có phương vuông góc với đường cảm ứng từ.
- C** **Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện có phương vuông góc với mặt phẳng chứa dòng điện và đường cảm ứng từ.**
- D** Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện có phương tiếp tuyến với các đường cảm ứng từ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....

**Câu 7.** Phát biểu nào sau đây **không đúng**?

- A** Lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều tỉ lệ thuận với cường độ dòng điện chạy qua đoạn dây dẫn.
- B** Lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều tỉ lệ thuận với chiều dài của đoạn dây dẫn.
- C** Lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều tỉ lệ thuận với cảm ứng từ tại điểm đặt đoạn dây dẫn.
- D** **Lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều tỉ lệ thuận với góc hợp bởi đoạn dây dẫn và đường sức từ.**

**Lời giải.**

$$F = ILB \sin \theta.$$

Chọn đáp án **D** .....

**Câu 8.** Phát biểu nào dưới đây **đúng**?

Cho một đoạn dây dẫn mang dòng điện  $I$  đặt song song với đường sức từ, chiều của dòng điện ngược chiều với chiều của đường sức từ.

- A** **Lực từ luôn bằng không khi tăng cường độ dòng điện.**
- B** Lực từ tăng khi tăng cường độ dòng điện.
- C** Lực từ giảm khi tăng cường độ dòng điện.
- D** Lực từ đổi chiều khi ta đổi chiều dòng điện.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **A** .....

**Câu 9.** Một dây dẫn được đặt nằm ngang theo hướng nam bắc trong một từ trường đều có cảm ứng từ nằm ngang hướng về phía đông. Trong dây dẫn có dòng electron chuyển động theo chiều về phía nam. Phát biểu nào sau đây là **đúng**?

- A** Lực tác dụng lên dây có hướng là hướng đông.
- B** **Lực tác dụng lên dây có hướng vuông góc và đi vào trang giấy.**
- C** Lực tác dụng lên dây có hướng vuông góc và ra khỏi trang giấy.
- D** Không có lực từ tác dụng lên dây.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B** .....

**Câu 10.** Khi sét đánh, có dòng điện tích âm chuyển động từ đám mây xuống mặt đất. Từ trường của Trái Đất hướng về phía bắc. Tia sét bị từ trường Trái Đất làm chệch hướng theo hướng nào?

- A** Bắc.
- B** Nam.
- C** Đông.
- D** Tây.

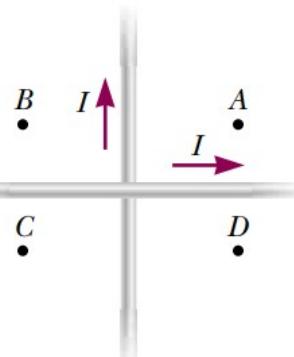
**Lời giải.**

Áp dụng quy tắc bàn tay trái, từ trường hướng về phía Bắc, dòng điện gây ra bởi tia sét hướng lên trên

⇒ lực từ tác dụng lên tia sét hướng về phía Tây.

Chọn đáp án **(D)** .....

**Câu 11.** Hai dây dẫn thẳng, dài, đặt vuông góc với nhau, rất gần nhau nhưng không chạm vào nhau. Dòng điện qua hai dây dẫn có chiều như hình vẽ và có cùng cường độ. Từ trường do hai dây dẫn gây ra có thể triệt tiêu nhau trong vùng nào?



**(A)** vùng A và D.

**(B)** vùng A và C.

**(C)** vùng B và D.

**(D)** vùng B và C.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 12.** Xét dây dẫn có chiều dài  $L$ , có dòng điện  $I$  chạy qua đặt tại điểm M trong từ trường đều, chịu tác dụng của lực điện từ  $F$ . Khi thay đổi  $L$  hoặc  $I$  thì  $F$  thay đổi nhưng tỉ số nào sau đây luôn không đổi?

**(A)**  $\frac{FI}{2L}$ .

**(B)**  $\frac{F}{IL}$ .

**(C)**  $\frac{FL}{I}$ .

**(D)**  $\frac{FI^2}{L}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 13.** Một đoạn dây dẫn đặt trong từ trường đều. Nếu chiều dài dây dẫn và cường độ dòng điện qua dây dẫn tăng 2 lần thì độ lớn lực từ tác dụng lên dây dẫn

**(A)** tăng 2 lần.

**(B)** giảm 2 lần.

**(C)** tăng 4 lần.

**(D)** không đổi.

**Lời giải.**

$$F = ILB \sin \theta.$$

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 14.** Một đoạn dây dẫn mang dòng điện được đặt vuông góc với từ trường đều có cảm ứng từ  $B$ . Khi dòng điện trong dây là  $I$  thì lực từ tác dụng lên đoạn dây đó là  $F$ . Cũng đoạn dây đó, cho dòng điện chạy qua dây là  $0,25I$  và đặt trong từ trường  $2B$ , lực từ tác dụng lên đoạn dây đó là

**(A)**  $\frac{F}{4}$ .

**(B)**  $\frac{F}{2}$ .

**(C)**  $F$ .

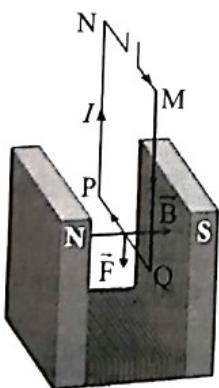
**(D)**  $2F$ .

**Lời giải.**

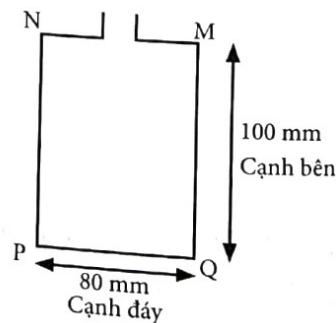
Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 15.** Trong thí nghiệm đo độ lớn cảm ứng từ bằng "cân dòng điện" với bối trí thí nghiệm được thể hiện như trong hình 3.12, khung dây được sử dụng có kích thước là  $100\text{ mm} \times 80\text{ mm}$  như hình 3.13. Nếu ta thay khung dây ban đầu thành một khung dây khác có kích thước là  $100\text{ mm} \times 20\text{ mm}$  nhưng vẫn giữ nguyên góc hợp bởi mặt phẳng khung dây và các đường sức từ cũng như cường độ dòng điện

qua khung dây và nam châm điện thì nhận định nào sau đây về lực từ do từ trường tác dụng lên khung dây là **đúng**?



Hình 3.12:



Hình 3.13:

- A** Không đổi chiều và độ lớn tăng 4 lần.  
**C** Đổi chiều và độ lớn giảm 4 lần.

- B** Không đổi chiều và độ lớn giảm 4 lần.  
**D** Đổi chiều và độ lớn tăng 4 lần.

**Lời giải.**

Vì từ trường chỉ tác dụng lực lên cạnh dưới của khung và độ lớn của lực từ được xác định bằng biểu thức  $F = BIL$  nên khi chiều dài cạnh đáy giảm 4 lần thì độ lớn lực từ giảm 4 lần.

Chọn đáp án **(B)** ..... □

**Câu 16.** Một đoạn dây dẫn dài  $\ell = 0,8\text{ m}$  đặt trong từ trường đều sao cho dây dẫn hợp với vector cảm ứng từ một góc  $60^\circ$ . Biết dòng điện  $I = 20\text{ A}$  và dây dẫn chịu một lực là  $F = 2 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ . Độ lớn của cảm ứng từ là

- A**  $0,8 \cdot 10^{-3}\text{ T}$ .      **B**  $10^{-3}\text{ T}$ .      **C**  $1,4 \cdot 10^{-3}\text{ T}$ .      **D**  $1,6 \cdot 10^{-3}\text{ T}$ .

**Lời giải.**

$$B = \frac{F}{I\ell \sin \theta} = \frac{2 \cdot 10^{-2}\text{ N}}{(20\text{ A}) \cdot (0,8\text{ m}) \cdot \sin 60^\circ} \approx 1,44 \cdot 10^{-3}\text{ T}.$$

Chọn đáp án **(C)** ..... □

**Câu 17.** Một đoạn dây dẫn dài 2 cm nằm trong từ trường, dòng điện chạy qua có cường độ 1 A. Một nam châm tạo từ trường có cường độ cảm ứng từ 0,5 T và hợp với dây dẫn một góc  $30^\circ$ . Lực từ tác dụng lên dây dẫn có độ lớn là

- A**  $10 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ .      **B**  $1 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ .      **C**  $0,5 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ .      **D**  $50 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ .

**Lời giải.**

$$F = BIL \sin \alpha = 0,5 \cdot 10^{-2}\text{ N}.$$

Chọn đáp án **(C)** ..... □

**Câu 18.** Khi góc hợp bởi vector cảm ứng từ với đoạn dây dẫn có dòng điện là  $\alpha = 90^\circ$  thì lực từ tác dụng có giá trị là 0,4 N. Nếu thay đổi góc  $\alpha$  nhỏ dần đến  $0^\circ$ , thì lực tác dụng thay đổi như thế nào?

- A** Lực cũng giảm dần đến 0.  
**C** Lực không đổi.
- B** Lực tăng lên đến 0,8 N.  
**D** Lực giảm xuống 0,2 N.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)** ..... □

**Câu 19.** Một dây dẫn thẳng có chiều dài 3,0 m mang dòng điện 6,0 A được đặt nằm ngang, hướng của dòng điện tạo với hướng bắc một góc  $50^\circ$  lệch về phía tây. Tại điểm này, cảm ứng từ của từ trường Trái Đất có độ lớn là  $0,14 \cdot 10^{-4}$  T và hướng bắc. Lực tác dụng lên dây có độ lớn là

- (A)  $0,28 \cdot 10^{-4}$  N.      (B)  $2,5 \cdot 10^{-4}$  N.      (C)  $1,9 \cdot 10^{-4}$  N.      (D)  $1,6 \cdot 10^{-4}$  N.

 **Lời giải.**

$$F = ILB \sin 50^\circ \approx 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ N.}$$

Chọn đáp án (D) ..... □

**Câu 20.** Một dây đồng dài 25 cm, có khối lượng là 10 g nằm trong từ trường  $0,20$  T. Lấy gia tốc trọng trường  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Cường độ dòng điện nhỏ nhất chạy qua dây gây ra lực từ có độ lớn bằng trọng lượng của dây là

- (A) 1,3 A.      (B) 1,5 A.      (C) 2,0 A.      (D) 4,9 A.

 **Lời giải.**

$$I_{\min} = \frac{P}{BL (\sin \theta)_{\max}} = 2,0 \text{ A.}$$

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 21.** Trong thí nghiệm xác định độ lớn cảm ứng từ của nam châm điện chữ U bằng "cân dòng điện" (theo phương án thí nghiệm trong Bài 11 của SGK CTST), xét trạng thái ổn định với đòn cân nằm ngang cân bằng khi có dòng điện chạy trong khung dây và nam châm điện, góc hợp bởi mặt phẳng khung dây và các đường sức từ là  $90^\circ$ . Nếu ta làm khung dây bị lệch một góc nào đó so với vị trí ban đầu thì khi đòn cân được điều chỉnh trở về lại trạng thái nằm ngang cân bằng, số chỉ của lực kế sẽ

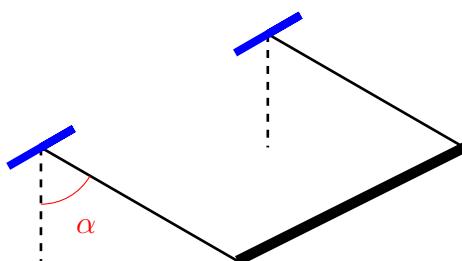
- (A) vẫn giữ nguyên giá trị ban đầu.      (B) lớn hơn giá trị ban đầu.  
 (C) nhỏ hơn giá trị ban đầu.      (D) dao động xung quanh giá trị ban đầu.

 **Lời giải.**

Vì độ lớn của lực từ được xác định bằng biểu thức  $F = ILB \sin \theta$  nên khi khung dây bị lệch so với ban đầu thì  $\sin \theta$  giảm dẫn đến  $F$  giảm. Vì vậy số chỉ của lực kế giảm so với ban đầu.

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 22.** Thanh dây dẫn thẳng MN có chiều dài 20 cm, khối lượng 10 g, được treo trên hai sợi dây mảnh sao cho MN nằm ngang. Cả hệ thống được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,25$  T và vector  $\vec{B}$  hướng lên trên theo phương thẳng đứng. Nếu cho dòng điện  $I = 2\sqrt{3}$  A chạy qua, người ta thấy thanh MN được nâng lên vị trí cân bằng mới và hai sợi dây treo bây giờ lệch một góc  $\alpha$  so với phương thẳng đứng. Cho  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , góc lệch  $\alpha$  là



- (A)  $30^\circ$ .      (B)  $45^\circ$ .      (C)  $60^\circ$ .      (D)  $90^\circ$ .

 **Lời giải.**

Chọn đáp án (C) ..... □

## 2

## Trắc nghiệm đúng/sai

**Câu 1.** Một thí nghiệm để tìm ra lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn chứa dòng điện được đặt trong từ trường của một nam châm.

Phát biểu	D	S
a) Nếu cường độ dòng điện qua dây tăng lên, lực từ tác dụng lên dây sẽ tăng lên.	(X)	
b) Nếu khoảng cách giữa dây dẫn và nam châm tăng lên, lực từ tác dụng lên dây sẽ tăng lên.		X
c) Lực từ chỉ có thể tác dụng lên dây dẫn khi có dòng điện chạy qua dây.	(X)	
d) Độ lớn lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn sẽ thay đổi khi dòng điện chạy qua dây đảo chiều.		X

## Lời giải.

Chọn đáp án  a đúng  b sai  c đúng  d sai .....

**Câu 2.** Trong mỗi phát biểu sau, em hãy chọn đúng hoặc sai.

Phát biểu	D	S
a) Cảm ứng từ là một đại lượng vô hướng.		X
b) Tiếp tuyến tại bất kỳ điểm nào trên đường sức từ đều có phương, chiều trùng với phương, chiều của vector cảm ứng từ tại điểm đó.	(X)	
c) Từ trường ở vùng không gian giữa hai cực của nam châm chữ U được xem là từ trường đều.	(X)	
d) Trong từ trường đều, các đường sức từ song song nhau nhưng vector cảm ứng từ tại các điểm khác nhau lại không bằng nhau về độ lớn.		X

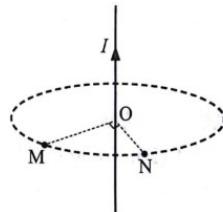
## Lời giải.

Chọn đáp án  a sai  b đúng  c đúng  d sai .....

**Câu 3.**

Xét một dây dẫn thẳng dài vô hạn có dòng điện cường độ  $I$  chạy qua. Hai điểm  $M$ ,  $N$  nằm trong cùng một mặt phẳng vuông góc với dây dẫn và cách đều dây dẫn, biết  $OM$  vuông góc với  $ON$ .

Trong mỗi phát biểu sau về cảm ứng từ tại điểm  $M$  và  $N$  do dòng điện này gây ra, em hãy chọn đúng hoặc sai.



Phát biểu	D	S
a) Cảm ứng từ tại điểm $M$ có phương vuông góc với $OM$ .	(X)	
b) cảm ứng từ tại điểm $N$ song song với dây dẫn và có hướng cùng chiều với dòng điện chạy trong dây dẫn.		X
c) $M$ và $N$ cùng nằm trên một đường sức từ.	(X)	
d) Cảm ứng từ tại $M$ và $N$ bằng nhau về độ lớn.	(X)	

## Lời giải.

Chọn đáp án  a đúng  b sai  c đúng  d đúng .....

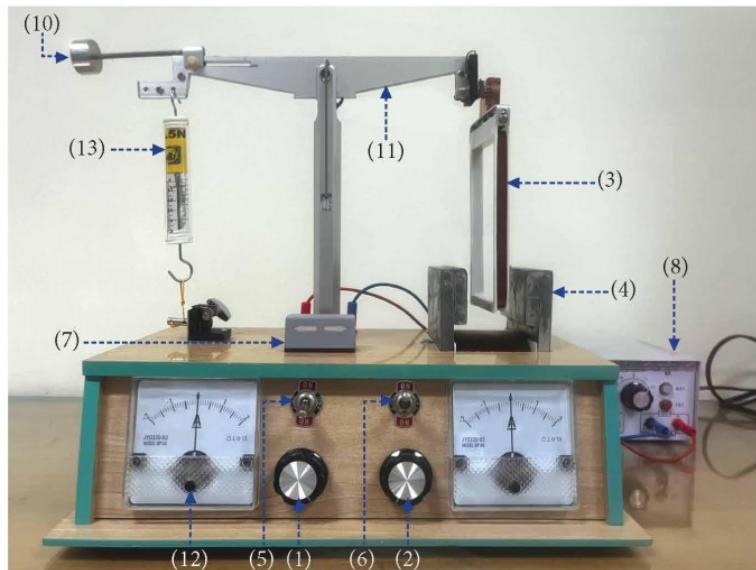
**Câu 4.** Chỉ ra đáp án đúng, đáp án sai.

Phát biểu	D	S
a) Nam châm tác dụng lên dòng điện thực chất là tương tác giữa từ trường của nam châm với các electron của dây điện.	(X)	
b) Nam châm tác dụng lên dòng điện thực chất là tương tác giữa từ trường của nam châm với từ trường do các electron chuyển động gây ra.		X
c) Phương của lực từ trùng với phương của dòng điện.		X
d) Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện có phương vuông góc với đoạn dây dẫn và vuông góc vector cảm ứng từ.	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [ a đúng | b sai | c sai | d đúng ] ..... □

**Câu 5.** Trong mỗi nhận định sau về thí nghiệm đo độ lớn cảm ứng từ bằng "cân dòng điện" với bố trí thí nghiệm được thể hiện như hình 3.14. Em hãy chọn đúng hoặc sai cho mỗi nhận định sau đây.



Hình 3.14: Thí nghiệm đo độ lớn cảm ứng từ bằng "cân dòng điện"

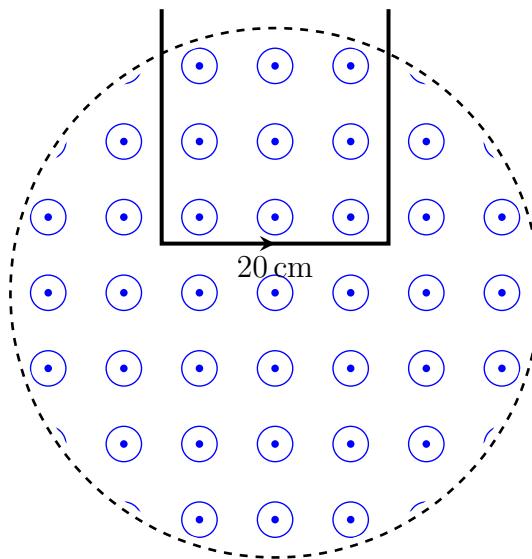
Phát biểu	D	S
a) Cơ sở lý thuyết của thí nghiệm này dựa trên tác dụng lực của từ trường đều lên đoạn dây dẫn có dòng điện chảy qua.	(X)	
b) Trước khi bật công tắc cho dòng điện chảy qua khung dây dẫn và nam châm điện, cần phải điều chỉnh sao cho đòn cân nằm ngang rồi đọc giá trị của lực kế.	(X)	
c) Khi đóng công tắc cho dòng điện chảy qua khung dây dẫn và nam châm điện, từ trường tạo ra bởi nam châm luôn tác dụng lực đẩy khung dây đi lên.		X
d) Trong thí nghiệm, từ trường tạo bởi nam châm điện không tác dụng lực từ lên các cạnh bên của khung dây.	(X)	

Phát biểu	D	S
e) Từ trường trong vùng không gian giữa hai nhánh của nam châm điện trong thí nghiệm được xem gần đúng là từ trường đều. Chiều và độ lớn của vector cảm ứng từ trong vùng từ trường này không phụ thuộc vào chiều và cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây của nam châm.		X
f) Có thể lấy giá trị của lực kề khi đòn cân chưa nằm ngang ổn định.		X
g) Công dụng của các núm xoay (1) và (2) là điều chỉnh giá trị cường độ dòng điện chạy qua khung dây và cuộn dây của nam châm điện.	(X)	
h) Có thể thay đổi chiều của lực từ tác dụng lên khung dây bằng việc sử dụng công tắc (5) hoặc (6).	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [ a đúng | b đúng | c sai | d đúng | e sai | f sai | g đúng | h đúng ] ..... □

**Câu 6.** Cho một khung dây dẫn hình chữ nhật có chiều rộng 20 cm, mang dòng điện, đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $\vec{B}$  hướng vào trong như hình vẽ. Biết mặt phẳng vòng dây vuông góc với các đường sức từ. Bên ngoài vòng tròn, từ trường bằng 0.



Phát biểu	D	S
a) Lực từ tổng hợp tác dụng lên khung dây hướng xuống dưới.	(X)	
b) Nếu sử dụng dòng điện có cường độ 5,00 A thì lực từ trên mỗi tesla tác dụng lên khung dây là 2,00 N/T.		X
c) Nếu ta quay khung dây 90° để vector cảm ứng từ song song mặt phẳng khung dây, lực từ tác dụng lên khung sẽ giảm xuống bằng 0.		X
d) Khi dòng điện qua khung dây đổi chiều, lực từ tổng hợp tác dụng lên khung dây sẽ đổi chiều.	(X)	

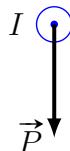
**Lời giải.**

a) Dúng. Vì lực từ tổng hợp tác dụng lên hai đoạn dây thẳng đứng bị triệt tiêu, chỉ còn lực tác dụng lên đoạn dây dẫn nằm ngang và lực này hướng xuống dưới.

- b) Sai. Vì  $\frac{F}{B} = IL \sin 90^\circ = 1 \text{ N/T}$ .
- c) Sai. Lực từ tác dụng ở hai cạnh bên tạo thành ngẫu lực làm khung quay.
- d) Đúng. Hướng lực từ phụ thuộc vào hướng của dòng điện theo quy tắc bàn tay trái.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c sai | d đúng] ..... □

**Câu 7.** Một đoạn dây thẳng bằng đồng được đặt vuông góc với từ trường đều, có dòng điện 7,0 A chảy qua và nằm cân bằng trong từ trường. Khối lượng của một đơn vị chiều dài của đoạn dây là 46,6 g/m, và gia tốc trọng trường là 9,8 m/s<sup>2</sup>. Bỏ qua ảnh hưởng của từ trường Trái Đất lên đoạn dây.



Phát biểu	D	S
a) Lực từ tác dụng lên đoạn dây sẽ tăng lên nếu cảm ứng từ trong từ trường đều tăng lên mà dòng điện giữ nguyên.	X	
b) Cảm ứng từ $\vec{B}$ có phương nằm ngang và chiều từ phải sang trái.		X
c) Lực từ có thể cân bằng với trọng lực khi đoạn dây được đặt trong một từ trường với cảm ứng từ bằng $6,5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ .	X	
d) Nếu thay dây dẫn trên bằng dây dẫn nhôm có cùng kích cỡ nhưng khối lượng riêng thấp hơn, thì lực từ cần để cân bằng dây sẽ tăng.		X

**Lời giải.**

- a) Đúng. Vì  $F = ILB \sin \theta$ .
- b) Sai. Áp dụng quy tắc bàn tay trái, cảm ứng từ có phương nằm ngang và chiều từ trái sang phải.
- c) Đúng. Khối lượng dây  $m = 46,6 \cdot 10^{-3} \cdot \ell$ .  
Lực từ và trọng lực có thể cân bằng nhau nếu cảm ứng từ  $B$  được điều chỉnh sao cho

$$F = P \Leftrightarrow mg = IlB \Rightarrow B = \frac{m}{l} \cdot \frac{g}{I} = 6,5 \cdot 10^{-2} \text{ T}.$$

- d) Sai. Nếu khối lượng riêng giảm thì trọng lực sẽ giảm, nên lực từ giảm để cân bằng.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d sai] ..... □

**Câu 8.** Trong giờ thực hành đo độ lớn cảm ứng từ bằng "cân dòng điện" với bố trí thí nghiệm được thể hiện như trong hình 3.14, một bạn học sinh thu được bảng số liệu như bảng dưới đây.

$\theta = 90^\circ; L = 0,08 \text{ m}; N = 200 \text{ vòng}$					
Lần đo	$I (\text{A})$	$F_1 (\text{N})$	$F_2 (\text{N})$	$F = F_2 - F_1 (\text{N})$	$B = \frac{F}{NIl} (\text{T})$
1	0,2	0,210	0,270		
2	0,4	0,210	0,320		
3	0,6	0,210	0,380		
Trung bình					$\bar{B} =$

Biết rằng giới hạn đo và độ chia nhỏ nhất của các ampe kế lần lượt là 2,0 A và 0,1 A. Trong mỗi phát biểu sau, em hãy chọn đúng hoặc sai.

Phát biểu	Đ	S
a) Giá trị độ lớn cảm ứng từ thu được ở các lần đo có sự khác nhau là do có sai số trong quá trình đo đặc, thu thập và xử lí số liệu.	<span style="color: red;">(X)</span>	
b) Giá trị trung bình của độ lớn cảm ứng từ thu được trong thí nghiệm này là 0,015 T (làm tròn đến 3 chữ số thập phân sau dấu phẩy).		X
c) Trong quá trình điều chỉnh dòng điện, giá trị của cường độ dòng điện đọc được từ ampe kế có thể bằng 0,25 A.		X
d) Sai số tuyệt đối trung bình của độ lớn cảm ứng từ xấp xỉ 0,0001 T (làm tròn đến 4 chữ số thập phân sau dấu phẩy).		X

 **Lời giải.**

$\theta = 90^\circ; L = 0,08 \text{ m}; N = 200 \text{ vòng}$					
Lần đo	$I (\text{A})$	$F_1 (\text{N})$	$F_2 (\text{N})$	$F = F_2 - F_1 (\text{N})$	$B = \frac{F}{NIL} (\text{T})$
1	0,2	0,210	0,270	0,060	0,019
2	0,4	0,210	0,320	0,110	0,017
3	0,6	0,210	0,380	0,170	0,018
Trung bình					$\bar{B} = 0,0180$

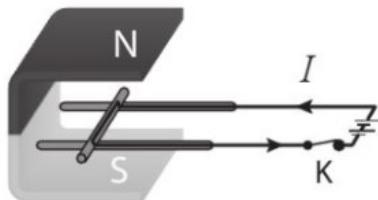
Sai số trung bình:

$$\begin{aligned}\Delta \bar{B} &= \frac{|\bar{B} - B_1| + |\bar{B} - B_2| + |\bar{B} - B_3|}{3} \\ &= \frac{|0,0180 - 0,0190| + |0,0180 - 0,017| + |0,0180 - 0,0180|}{3} \approx 0,0007 \text{ T}.\end{aligned}$$

Chọn đáp án  a đúng  b sai  c sai  d sai ..... □

### 3 | Tự luận

**Câu 1.** Thanh kim loại dẫn điện có thể lăn không ma sát dọc theo hai đoạn dây dẫn không nhiễm từ. Khi đóng công tắc K, dòng điện chạy theo chiều mũi tên.

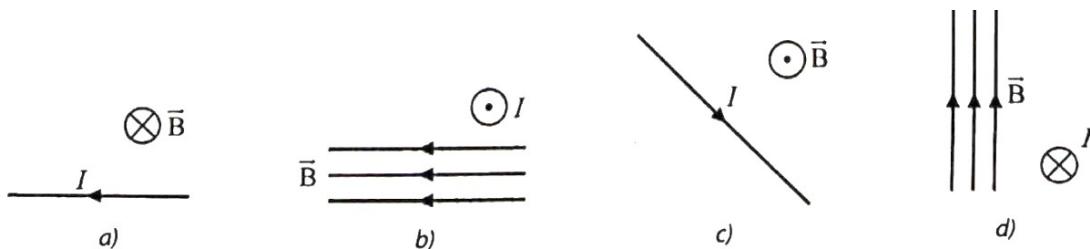


- Thanh kim loại sẽ lăn theo hướng nào khi đóng công tắc K?
- Nêu cách làm cho thanh kim loại lăn theo hướng ngược lại.

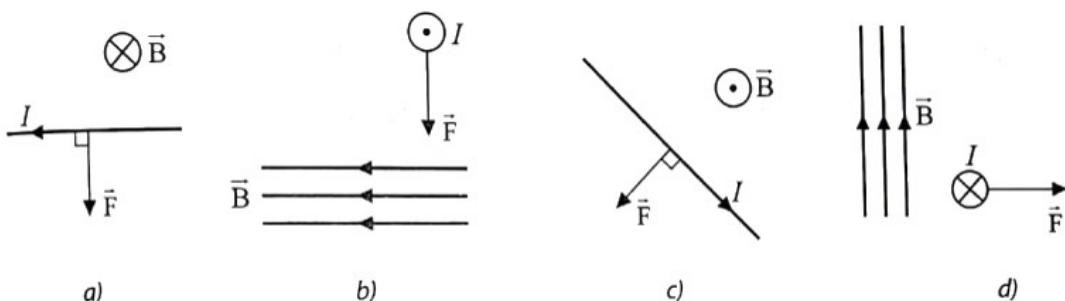
 **Lời giải.**

- a) Thanh kim loại dẫn điện sẽ lăn về bên phải.  
 b) Đảo ngược chiều dòng điện hoặc đổi chiều của từ trường.

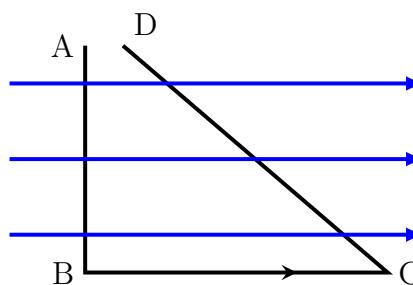
**Câu 2.** Xác định hướng của lực từ tác dụng lên các đoạn dây dẫn có dòng điện chạy qua, được đặt trong từ trường đều như các hình dưới đây:



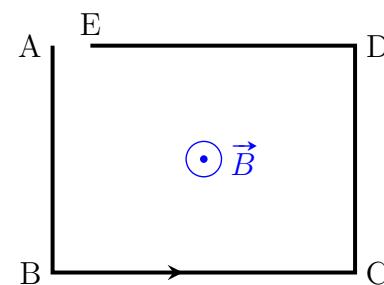
↔ **Lời giải.**



**Câu 3.** Xác định phương và chiều lực từ tác dụng lên các cạnh của khung. Biết chiều của vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  và chiều dòng điện được cho như mỗi hình vẽ.

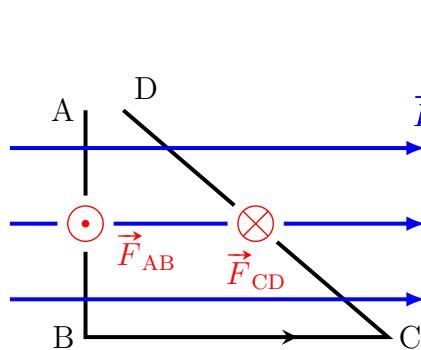


Hình a

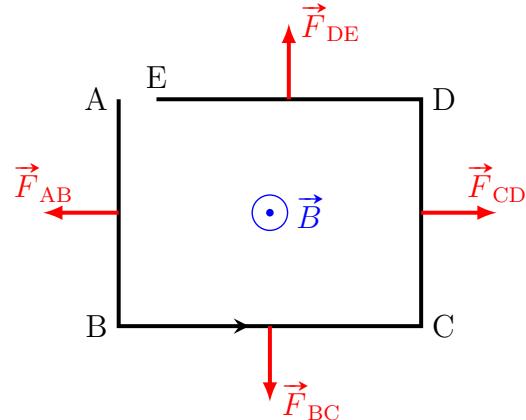


Hình b

↔ **Lời giải.**



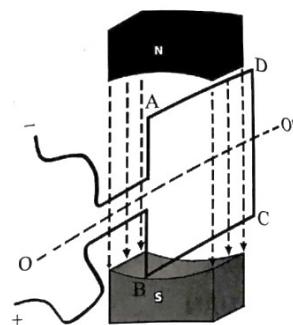
Hình a



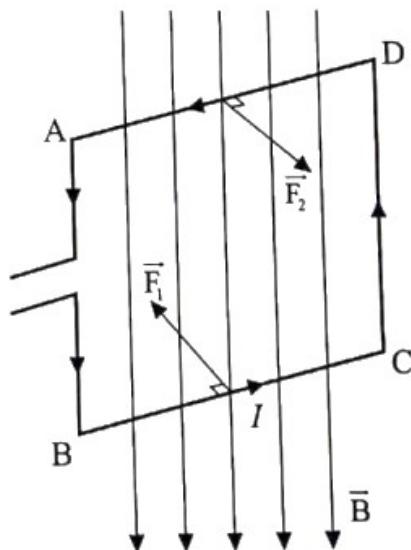
Hình b

**Câu 4.**

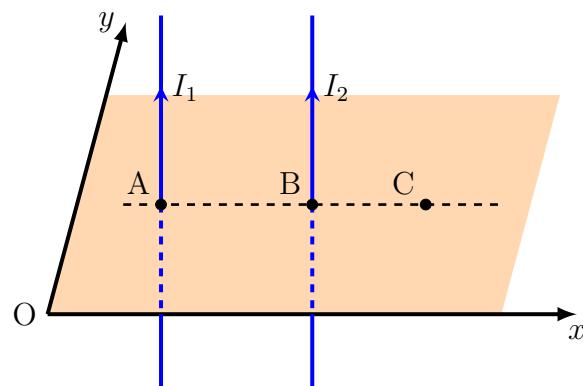
Dòng cơ điện là thiết bị có thể chuyển hoá năng lượng điện thành cơ năng (chuyển động quay của động cơ). Mô hình đơn giản của một động cơ điện gồm: một khung dây dẫn hình chữ nhật ABCD đang có dòng điện không đổi chảy qua. Khung dây được đặt vào trong từ trường đều có các đường sức từ thẳng đứng như hình bên. Tại thời điểm ban đầu, khung đang ở vị trí sao cho hai cạnh AB và CD đang song song với các đường sức từ. Vẽ các lực từ tác dụng lên các cạnh của khung dây. Các lực này có tác dụng làm cho khung dây chuyển động như thế nào?

**Lời giải.**

Chỉ có lực từ tác dụng lên hai cạnh AD và BC của khung dây. Hai lực này tạo ra cặp ngẫu lực và có tác dụng tạo ra moment ngẫu lực làm quay khung dây.



**Câu 5.** Cho hai dây dẫn thẳng song song, dài vô hạn lần lượt có dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  chảy qua như hình 3.15. Xét mặt phẳng ( $Oxy$ ) vuông góc với cả hai dòng điện, cắt các dòng điện tại A và B.



Hình 3.15:

- a) Xác định phương, chiều của các vector cảm ứng từ do từng dòng điện gây ra tại C (A, B, C thẳng hàng).

b) Nếu đặt một kim la bàn tại điểm C thì kim la bàn này sẽ định hướng như thế nào? Giải thích.

 **Lời giải.**

- a) Dựa vào quy tắc nắm tay phải, ta xác định được vector cảm ứng từ do hai dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  gây ra tại điểm C đều nằm trong mặt phẳng ( $Oxy$ ), phương song song và cùng chiều với trục  $Oy$ .
- b) Hai vector cảm ứng từ do hai dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  gây ra đều cùng hướng với nhau nên kim la bàn khi đặt tại C sẽ có cực Bắc hướng theo chiều dương trục  $Oy$  còn cực Nam hướng ngược lại.

**Câu 6.** Một dây dẫn có chiều dài  $L = 1,2\text{ m}$ , được đặt trong từ trường đều có độ lớn  $B = 5 \cdot 10^{-2}\text{ T}$ . Cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn có giá trị  $3\text{ A}$ . Hãy xác định độ lớn của lực từ tác dụng lên dây dẫn trong các trường hợp sau đây:

- a) Dây dẫn đặt vuông góc với các đường sức từ.
- b) Dây dẫn đặt song song với các đường sức từ.
- c) Dây dẫn hợp với các đường sức từ một góc  $45^\circ$ .

 **Lời giải.**

- a)  $F = ILB \sin 90^\circ = 0,18\text{ N}$ .
- b)  $F = ILB \sin 0^\circ = 0\text{ N}$ .
- c)  $F = ILB \sin 45^\circ \approx 0,13\text{ N}$ .

**Câu 7.** Một đoạn dây dẫn thẳng dài  $20\text{ cm}$  mang dòng điện có cường độ  $50\text{ mA}$  được đặt vào một vùng từ trường đều có cảm ứng từ  $100\text{ }\mu\text{T}$ . Xác định góc hợp bởi đoạn dây và vector cảm ứng từ để lực từ tác dụng lên đoạn dây đạt độ lớn cực đại. Tính giá trị cực đại này.

 **Lời giải.**

Từ biểu thức tính độ lớn lực từ  $F = BIL \sin \theta$ , ta thấy lực từ đạt độ lớn cực đại khi:  $\sin \theta = 1 \Rightarrow \theta = 90^\circ$ . Khi đó,  $F = BIL = 100 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 = 10^{-6}\text{ N}$ .

**Câu 8.** Một đoạn dây dẫn dài  $5\text{ cm}$  đặt trong từ trường đều và vuông góc với vector cảm ứng từ. Dòng điện chạy qua dây có cường độ  $0,75\text{ A}$ . Lực từ tác dụng lên đoạn dây đó là  $3 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ . Tính độ lớn cảm ứng từ.

 **Lời giải.**

$$B = \frac{F}{IL \sin \theta} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{0,75 \cdot 0,05 \cdot \sin 90^\circ} = 0,8\text{ T}$$

**Câu 9.** Một đoạn dây dẫn dài  $10\text{ cm}$  đặt trong từ trường đều, hợp với vector cảm ứng từ một góc  $30^\circ$ . Dòng điện có cường độ  $2\text{ A}$  chạy qua dây dẫn thì lực từ tác dụng lên đoạn dây có độ lớn là  $4 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ . Tính độ lớn của cảm ứng từ.

 **Lời giải.**

Ta có:  $\alpha = 30^\circ \Rightarrow \sin \theta = \frac{1}{2}$ .

$$\text{Cảm ứng từ của từ trường có độ lớn: } B = \frac{F}{IL \sin \theta} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 0,1 \cdot 0,5} = 0,04\text{ T}$$

**Câu 10.** Một đoạn dây dẫn thẳng MN có chiều dài  $6\text{ cm}$ , có cường độ dòng điện  $I = 5\text{ A}$  chạy qua đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,5\text{ T}$ . Lực từ tác dụng lên đoạn dây có độ lớn  $F = 7,5 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ . Tính góc  $\theta$  hợp bởi dây MN và vector cảm ứng từ.

 **Lời giải.**

Dộ lớn của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn có chiều dài  $L$  mang dòng điện  $I$  đặt trong từ trường cảm ứng từ  $B$  là:  $F = ILB \sin \theta \Rightarrow \sin \theta = 0,5 \Rightarrow \theta = 30^\circ$ .

**Câu 11.** Một đoạn dây dài  $L$  đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,5\text{ T}$  hợp với đường cảm ứng từ một góc  $30^\circ$ . Dòng điện qua dây có cường độ  $0,5\text{ A}$ , thì lực từ tác dụng lên đoạn dây là  $4 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ . Tính chiều dài đoạn dây dẫn.

**Lời giải.**

Chiều dài đoạn dây dẫn:

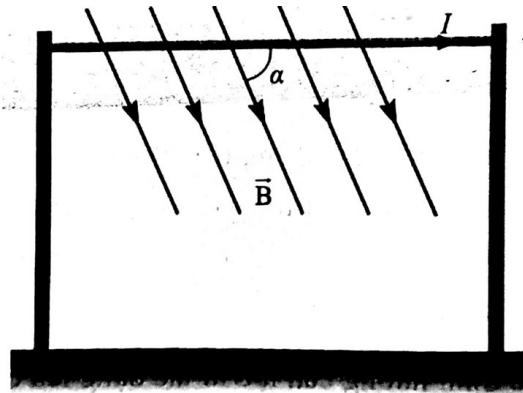
$$L = \frac{F}{IB \sin \theta} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{0,5 \cdot 0,5 \cdot \sin 30^\circ} = 0,32\text{ m} = 32\text{ cm}.$$

**Câu 12.** Một đoạn dây dẫn dài  $L = 0,5\text{ m}$  đặt trong từ trường đều sao cho dây dẫn hợp với vector cảm ứng từ một góc  $45^\circ$ . Biết cảm ứng từ  $B = 0,2\text{ T}$  và dây dẫn chịu lực từ  $F = 4 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ . Tính cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn.

**Lời giải.**

$$I = \frac{F}{BL \sin \theta} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{0,2 \cdot 0,5 \cdot \sin 45^\circ} = 0,4\sqrt{2}\text{ A}.$$

**Câu 13.** Một đường dây tải điện thẳng dài  $42\text{ m}$  có dòng điện với cường độ  $150\text{ A}$  chạy qua theo hướng về phía Bắc. Từ trường Trái Đất tại vị trí này có độ lớn khoảng  $0,5 \cdot 10^{-4}\text{ T}$ , có hướng lệch một góc  $\theta = 50^\circ$  so với dòng điện. Xác định lực từ tác dụng lên đường dây nói trên.



**Lời giải.**

Lực từ tác dụng lên đường dây có chiều hướng về phía Tây và có độ lớn là:

$$F = BIL \sin \theta = 0,5 \cdot 10^{-4} \cdot 150 \cdot 42 \cdot \sin 50^\circ \approx 0,24\text{ N}.$$

**Câu 14.** Một dây dẫn có dòng điện  $22,0\text{ A}$  chạy từ Tây sang Đông. Giả sử tại vị trí này, từ trường Trái Đất nằm ngang và hướng từ Nam lên Bắc với độ lớn  $0,5 \cdot 10^{-4}\text{ T}$ .

- Tìm độ lớn và hướng của lực từ tác dụng lên một đoạn dây dài  $36,0\text{ m}$ .
- Tính lực hấp dẫn tác dụng lên đoạn dây có cùng chiều dài nếu nó được làm bằng đồng và có diện tích mặt cắt ngang là  $2,50 \cdot 10^{-6}\text{ m}^2$ . Khối lượng riêng của đồng là  $8,9 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$ , lấy  $g = 9,80\text{ m/s}^2$ .

**Lời giải.**

- $F_{\text{từ}} = ILB = 3,96 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ , hướng vuông góc với trang giấy, từ sau ra trước.
- $F_{\text{hấp dẫn}} = \rho g LS = 7,85\text{ N}$ .

**Câu 15.** Một dây dẫn thẳng, cứng, dài  $20\text{ cm}$ , có khối lượng  $50\text{ g}$  được giữ nằm yên theo phương ngang trong một từ trường có độ lớn cảm ứng từ là  $0,49\text{ T}$  và có hướng nằm ngang, vuông góc với dây. Cường độ dòng điện chạy trong dây là bao nhiêu để khi dây được thả ra thì nó vẫn nằm yên? Lấy  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ .

**Lời giải.**

$$F_{\text{từ}} = P \Leftrightarrow ILB = mg \Rightarrow I = \frac{mg}{BL} = 5,0\text{ A}.$$

**Câu 16.** Treo một đoạn dây dẫn có chiều dài  $L = 5\text{ cm}$ , khối lượng  $m = 5\text{ g}$  bằng hai dây mảnh, nhẹ sao cho dây dẫn nằm ngang. Biết cảm ứng từ của từ trường hướng thẳng đứng xuống dưới, có độ lớn  $B = 0,5\text{ T}$  và dòng điện chạy qua dây dẫn là  $I = 2\text{ A}$ . Lấy  $g = 10\text{ m/s}^2$ . Tính góc lệch của dây treo so với phương thẳng đứng.

**Lời giải.**

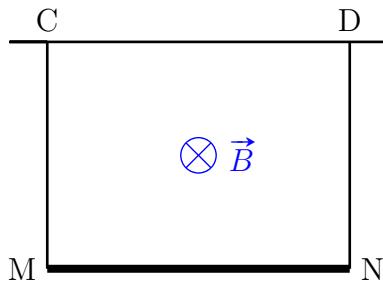
$$\tan \theta = \frac{F_t}{P} = \frac{0,5 \cdot 2 \cdot 0,05}{0,005 \cdot 10} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ.$$

**Câu 17.** Một đoạn dây dẫn thẳng MN có chiều dài  $L = 6\text{ cm}$ , có dòng điện cường độ  $I = 5\text{ A}$  chạy qua đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,5\text{ T}$ . Lực từ tác dụng lên đoạn dây có độ lớn  $F = 7,5 \cdot 10^{-2}\text{ N}$ . Tính góc  $\theta$  hợp bởi dây MN và vector cảm ứng từ.

**Lời giải.**

Áp dụng công thức  $F = ILB \sin \theta$  với  $L = 6 \cdot 10^{-2}\text{ m}$ ,  $I = 5\text{ A}$ ,  $F = 7,5 \cdot 10^{-2}\text{ N}$  và  $B = 0,5\text{ T}$ , ta tính được  $\theta = 30^\circ$ .

**Câu 18.** Thanh MN dài  $\ell = 20\text{ cm}$  có khối lượng  $5\text{ g}$  treo nằm ngang bằng hai sợi chỉ mảnh CM và DN. Thanh nằm trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,3\text{ T}$  nằm ngang vuông góc với thanh có chiều như hình vẽ. Mỗi sợi chỉ treo thanh có thể chịu được lực kéo tối đa là  $0,04\text{ N}$ . Dòng điện chạy qua thanh MN có chiều và cường độ lớn nhất là bao nhiêu thì sợi chỉ treo thanh chưa bị đứt. Lấy gia tốc trọng trường  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ .



**Lời giải.**

Khi cho dòng điện chạy qua dây dẫn đặt trong từ trường thì sẽ có lực từ tác dụng lên dây dẫn.

✓ Công thức tính lực từ:  $F = IB\ell \sin \alpha$ .

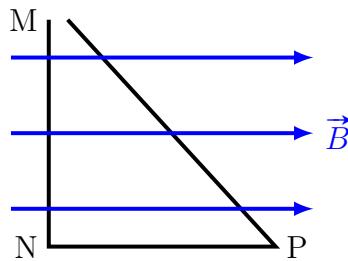
✓ Dây bị đứt khi lực từ hướng xuống.

Để dây không đứt thì  $P + F \leq 2T \Rightarrow F \leq 2T - P$

$$\begin{aligned} \Rightarrow F_{\max} &= BI_{\max}\ell \sin 90^\circ = 2T - mg \\ \Rightarrow I_{\max} &= \frac{2T - mg}{B\ell} \\ \Rightarrow I_{\max} &= \frac{2 \cdot 0,04 - 0,005 \cdot 9,8}{0,3 \cdot 0,2} \approx 0,52\text{ A}. \end{aligned}$$

Xác định chiều của dòng điện bằng cách sử dụng quy tắc bàn tay trái. Để lực từ hướng xuống thì dòng điện phải có chiều từ N đến M.

**Câu 19.** Một dây dẫn được gấp thành khung dây dạng tam giác vuông cân MNP với  $MN = NP = 10\text{ cm}$ . Đặt khung dây vào từ trường  $B = 10^{-2}\text{ T}$  có chiều như hình vẽ. Cho dòng điện có cường độ  $I = 10\text{ A}$  vào khung theo chiều MNPM. Lực từ tác dụng vào các cạnh của khung dây là bao nhiêu?



**Lời giải.**

✓ Vì MN vuông với  $\vec{B}$  nên:

$$F_{MN} = BIL \sin 90^\circ = 10^{-2} \text{ N.}$$

✓ Vì NP song song với  $\vec{B}$  nên:

$$F_{NP} = BIL \sin 0^\circ = 0$$

✓ Từ hình ta thấy  $\overrightarrow{PM}$  tạo với  $\vec{B}$  một góc:

$$\alpha = 180 - 45 = 135^\circ$$

Do đó lực tác dụng lên đoạn PM là:

$$F_{PM} = BIL \sin 135^\circ = 10^{-2} \text{ N.}$$

**Câu 20.** Trong giờ thực hành đo độ lớn cảm ứng từ bằng "cân dòng điện" với bô trí thí nghiệm được thể hiện như trong hình 11.1 (dụng cụ thí nghiệm và các bước tiến hành thí nghiệm lần lượt được trình bày ở Bài 10 và Bài 11 trong SGK), một bạn học sinh đã thu được bảng số liệu như bảng dưới đây. Hãy xử lí số liệu thu được để đưa ra kết quả độ lớn cảm ứng từ trong thí nghiệm này.

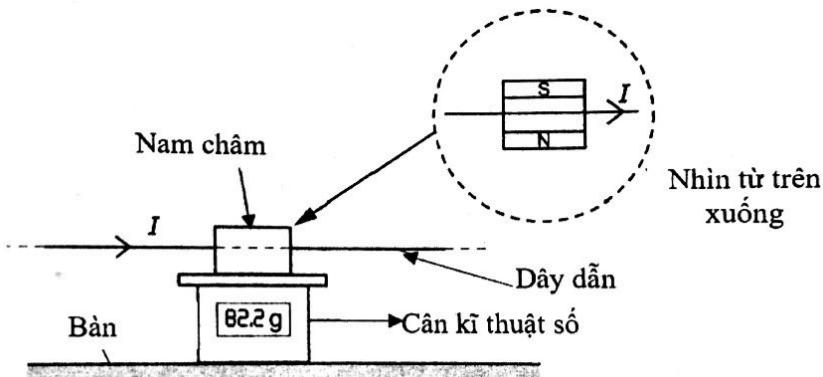
$\theta = 90^\circ; L = 0,04 \text{ m}; N = 200 \text{ vòng}$					
Lần đo	$I (\text{A})$	$F_1 (\text{N})$	$F_2 (\text{N})$	$F = F_2 - F_1 (\text{N})$	$B = \frac{F}{NIL} (\text{T})$
1	0,4	0,210	0,320		
2	0,8	0,220	0,440		
3	1,0	0,200	0,480		
Trung bình					$\bar{B} =$

**Lời giải.**

$\theta = 90^\circ; L = 0,04 \text{ m}; N = 200 \text{ vòng}$					
Lần đo	$I (\text{A})$	$F_1 (\text{N})$	$F_2 (\text{N})$	$F = F_2 - F_1 (\text{N})$	$B = \frac{F}{NIL} (\text{T})$
1	0,4	0,210	0,320	0,110	0,034
2	0,8	0,220	0,440	0,220	0,034
3	1,0	0,200	0,480	0,280	0,035
Trung bình					$\bar{B} = 0,0343$

**Câu 21.** Sơ đồ bô trí thí nghiệm dưới đây được sử dụng để xác định độ lớn cảm ứng từ  $B$  giữa các cực của nam châm.

Nam châm được đặt trên cân. Dây dẫn mang dòng điện được đặt cố định nằm ngang và vuông góc với từ trường giữa các cực của nam châm. Lấy gia tốc rơi tự do  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .



Số liệu thu thập được như sau:

- ✓ Chiều dài của dây trong từ trường đều của nam châm:  $\ell = 6,0 \pm 0,2$  cm;
- ✓ Số chỉ của cân khi không có dòng điện trong dây dẫn: 80,0 g;
- ✓ Số chỉ của cân khi có dòng điện trong dây: 82,2 g;
- ✓ Dòng điện trong dây:  $I = 5,0 \pm 0,1$  A.

Viết kết quả đo giá trị của  $B$ . Bỏ qua sai số của cân.

#### 💬 Lời giải.

Dây dẫn đặt trong từ trường nam châm nên chịu tác dụng lực từ  $F$ .

Lực  $F$  hướng xuống tác dụng lên cân giống như một trọng lực  $P = mg$ . Với  $m$  là chênh lệch số chỉ đọc ở cân khi có và không có dòng điện trong dây:

$$m = 82,2 - 80,0 = 2,2 \text{ g}$$

$$F = mg = 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 = 0,0216 \text{ N}$$

$$B = \frac{F}{I\ell \sin \alpha} = \frac{0,0216}{5,0 \cdot 0,06 \cdot \sin 90^\circ} \approx 0,072 \text{ T}$$

Bỏ qua sai số của  $F$  thì:

$$\frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta \ell}{\ell} \Leftrightarrow \frac{\Delta B}{0,072} = \frac{0,1}{5} + \frac{0,2}{6} \Rightarrow \Delta B \approx 0,004 \text{ T}$$

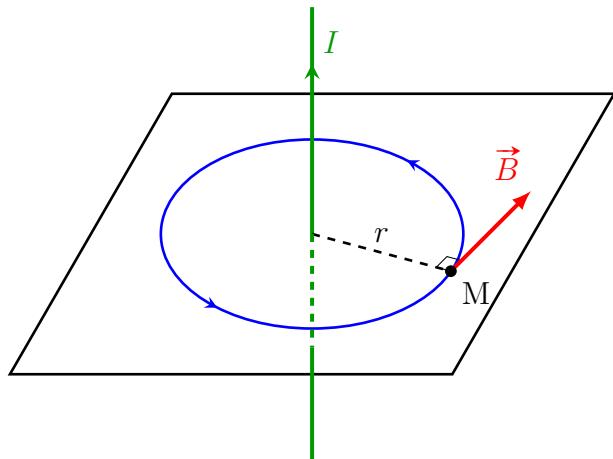
Kết quả đo:  $B = \bar{B} \pm \Delta B = 0,072 \pm 0,004 \text{ T}$

## §13. CẢM ỨNG TỪ GÂY RA BỞI DÒNG ĐIỆN TRONG DÂY DẪN CÓ HÌNH DẠNG ĐẶC BIỆT

### A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

**1** | | Cảm ứng từ gây ra bởi dòng điện trong dây dẫn có hình dạng đặc biệt đặt trong không khí

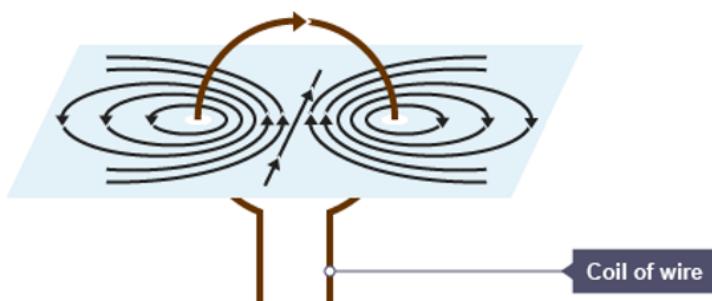
#### 1.1. Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng, dài



Dộ lớn cảm ứng từ tại một điểm cách dòng điện thẳng dài vô hạn một đoạn  $r$ :

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r} \quad (3.4)$$

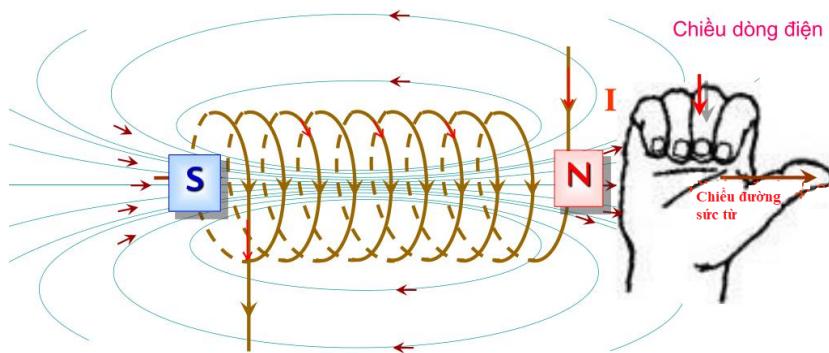
#### 1.2. Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn tròn



Dộ lớn cảm ứng từ tại tâm dòng điện tròn có  $N$  vòng dây và có bán kính  $R$ :

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{R} \quad (3.5)$$

### 1.3. Từ trường của ống dây có dòng điện chạy qua



Dộ lớn cảm ứng từ bên trong ống dây có chiều dài  $L$  và  $N$  vòng dây (chiều dài ống dây rất lớn so với bán kính vòng dây):

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{L} \quad (3.6)$$

với  $I$  là cường độ dòng điện trong dây dẫn.

## 2 | Nguyên lý ch้อง chất từ trường

Xét hệ có  $n$  dây dẫn lồng lót mang các dòng điện có cường độ dòng điện là  $I_1, I_2, \dots, I_n$ . Cảm ứng từ do mỗi dòng điện gây ra tại điểm M trong không gian là  $\vec{B}_1, \vec{B}_2, \dots, \vec{B}_n$ . Khi đó cảm ứng từ tổng hợp tại điểm M là:

$$\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n \quad (3.7)$$

### B. VÍ DỤ MINH HỌA

DẠNG  
1

Xác định được độ lớn cảm ứng từ do dòng điện trong dây dẫn có hình dạng đặc biệt gây ra

#### ↳ VÍ DỤ 1

Một dòng điện 20 A chạy trong một dây dẫn thẳng, dài vô hạn, đặt trong không khí. Xác định độ lớn cảm ứng từ do dòng điện trong dây gây ra tại điểm cách dây 10 cm.

**Lời giải.**

Cảm ứng từ do dòng điện trong dây dẫn gây ra tại điểm cách dây đoạn  $r = 10$  cm:

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{(20 \text{ A})}{(0,1 \text{ m})} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$$

#### ↳ VÍ DỤ 2

Một vòng dây tròn bán kính 30 cm có dòng điện chạy qua. Cảm ứng từ do dòng điện gây ra tại tâm vòng dây có độ lớn  $3,14 \cdot 10^{-5}$  T. Cường độ dòng điện chạy trong vòng dây là bao nhiêu?

**Lời giải.**

Cảm ứng từ do dòng điện trong dây dẫn tròn gây ra tại tâm vòng dây:

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R}$$

Cường độ dòng điện chạy trong vòng dây:

$$I = \frac{BR}{2\pi \cdot 10^{-7}} = \frac{(3,14 \cdot 10^{-5} \text{ T}) \cdot (0,3 \text{ m})}{2\pi \cdot 10^{-7}} = 15 \text{ A.}$$

### VÍ DỤ 3

Dùng một dây đồng có phủ một lớp sơn cách điện mỏng, quấn quanh một hình trụ dài  $L = 50 \text{ cm}$ , có đường kính  $d = 4 \text{ cm}$  để làm một ống dây. Sợi dây quấn ống dây có chiều dài  $\ell = 314 \text{ cm}$  và các vòng dây được quấn sát nhau. Hỏi nếu cho dòng điện cường độ  $I = 0,4 \text{ A}$  chạy qua ống dây, thì độ lớn cảm ứng từ bên trong ống dây bằng bao nhiêu?

#### Lời giải.

Số vòng dây quấn trên ống dây:

$$N = \frac{\ell}{\pi d}.$$

Cảm ứng từ bên trong ống dây:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{L} = 4 \cdot 10^{-7} \frac{\ell I}{Ld} = 4 \cdot 10^{-7} \frac{(3,14 \text{ m}) \cdot (0,4 \text{ A})}{(4 \cdot 10^{-2} \text{ m}) \cdot (0,5 \text{ m})} = 2,512 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$$

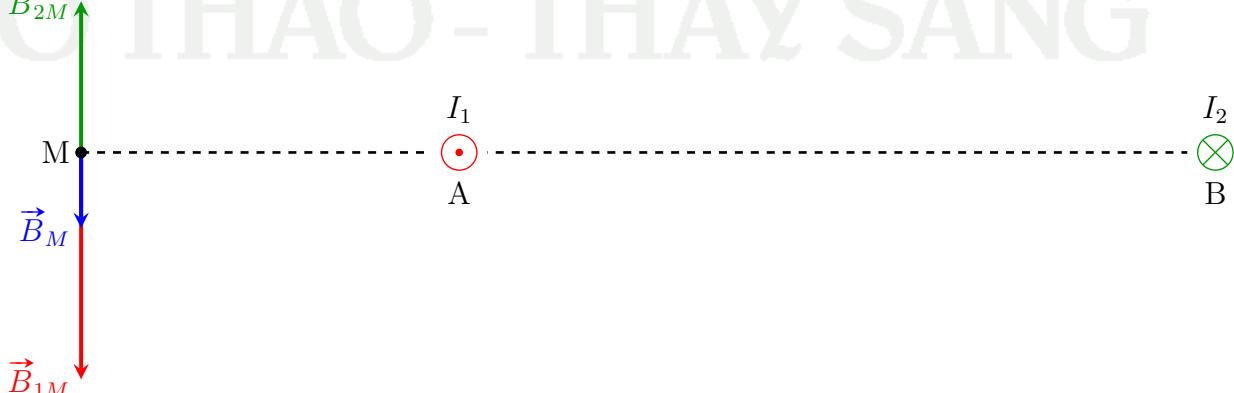
**DẠNG  
2**

#### Xác định được cảm ứng từ tổng hợp

### VÍ DỤ 4

Hai dây dẫn thẳng, rất dài, đặt song song, cách nhau  $10 \text{ cm}$  trong không khí, có hai dòng điện ngược chiều, có cường độ  $I_1 = 6 \text{ A}$ ;  $I_2 = 12 \text{ A}$  chạy qua. Xác định cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện này gây ra tại điểm M cách dây dẫn mang dòng  $I_1$  đoạn  $5 \text{ cm}$  và cách dây dẫn mang dòng  $I_2$  đoạn  $15 \text{ cm}$ .

#### Lời giải.



Từ trường do các dây dẫn gây ra tại M:

$$\begin{cases} B_{1M} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{AM} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{(6 \text{ A})}{5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ T} \\ B_{2M} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{BM} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{(12 \text{ A})}{15 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ T} \end{cases}$$

Vì  $\vec{B}_{1M} \uparrow\downarrow \vec{B}_{2M}$  nên:

$$B_M = |B_{1M} - B_{2M}| = 0,8 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$$

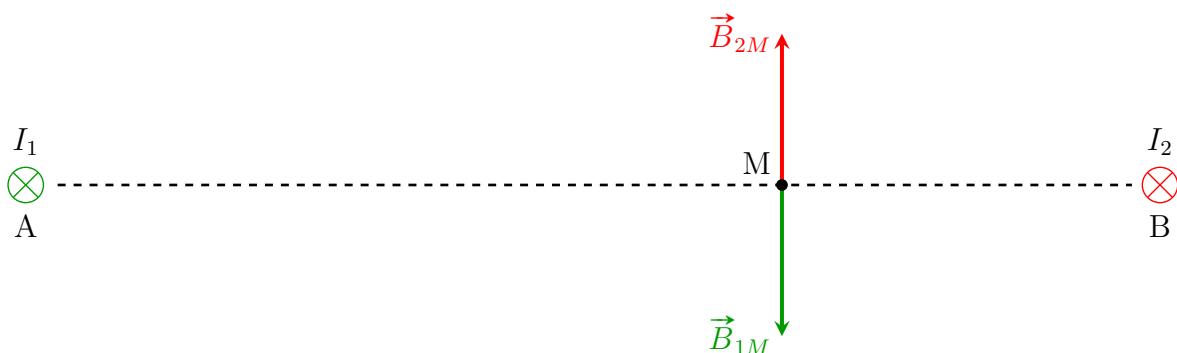
### ✓ VÍ DỤ 5

Hai dây dẫn thẳng, rất dài, đặt song song, cách nhau 15 cm trong không khí, có hai dòng điện cùng chiều, cùng cường độ  $I_1 = 10 \text{ A}$ ,  $I_2 = 5 \text{ A}$  chạy qua. Xác định điểm M mà tại đó cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện này gây ra bằng 0.

#### Lời giải.

Để từ trường tổng hợp tại M bằng 0 thì:

$$\vec{B}_M = \vec{B}_{1M} + \vec{B}_{2M} = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_{1M} = -\vec{B}_{2M}.$$



Do hai dòng điện cùng chiều nên điểm M phải nằm trong khoảng AB:

$$\begin{aligned} B_{1M} &= B_{2M} \\ \Rightarrow \frac{I_1}{AM} &= \frac{I_2}{BM} \\ \Rightarrow AM &= 2BM. \end{aligned}$$

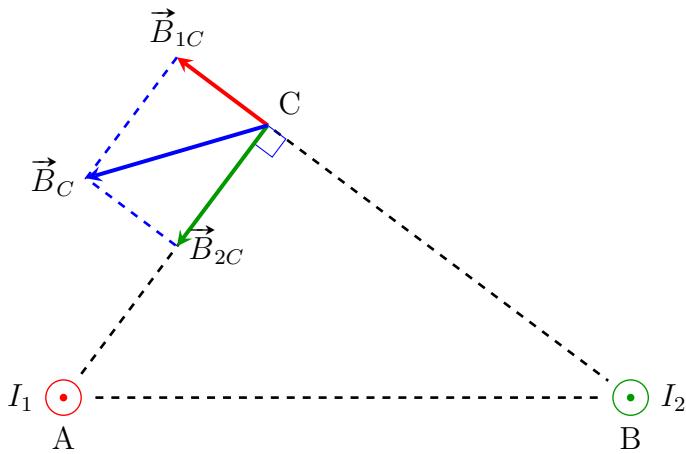
Mà  $AM + BM = AB = 15 \text{ cm}$  nên:

$$\begin{cases} AM = 10 \text{ cm} \\ BM = 5 \text{ cm} \end{cases}$$

### ✓ VÍ DỤ 6

Hai dây dẫn thẳng, rất dài, đặt song song, cách nhau 10 cm trong không khí có hai dòng điện cùng chiều, có cường độ  $I_1 = 9 \text{ A}$ ;  $I_2 = 16 \text{ A}$  chạy qua. Xác định cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện này gây ra tại điểm M cách dây dẫn mang dòng điện  $I_1$  đoạn 6 cm và cách dây dẫn mang dòng điện  $I_2$  đoạn 8 cm.

#### Lời giải.



Từ trường do mỗi dòng điện gây ra tại C:

$$\begin{cases} B_{1C} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{AC} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{(9\text{ A})}{6 \cdot 10^{-2}\text{ m}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ T} \\ B_{2C} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{BC} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{(16\text{ A})}{8 \cdot 10^{-2}\text{ m}} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T} \end{cases}$$

Vì  $\vec{B}_{1C} \perp \vec{B}_{2C}$  nên:

$$B_C = \sqrt{B_{1C}^2 + B_{2C}^2} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$$

### C. BÀI TẬP

#### 1 | Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Phát biểu nào sau đây **đúng**?

- (A) Hai dòng điện thẳng song song ngược chiều hút nhau, cùng chiều đẩy nhau.
- (B) Dòng điện không tương tác với dòng điện.
- (C) Hai dòng điện thẳng song song cùng chiều hút nhau, ngược chiều đẩy nhau.
- (D) Dòng điện và nam châm không tương tác với nhau.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 2.** Độ lớn cảm ứng từ tại một điểm cách dòng điện thẳng dài vô hạn một đoạn  $r$  (với  $I$  là cường độ dòng điện trong dây dẫn) là

- (A)  $B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r^2}$ .
- (B)  $B = 2 \cdot 10^7 \cdot \frac{I}{r}$ .
- (C)  $B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$ .
- (D)  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 3.** Độ lớn cảm ứng từ tại tâm dòng điện tròn có  $N$  vòng dây và có bán kính  $R$  (với  $I$  là cường độ dòng điện trong dây dẫn) là

- (A)  $B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{R}$ .
- (B)  $B = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{R}$ .
- (C)  $B = 2\pi \cdot 10^7 \cdot \frac{NI}{R}$ .
- (D)  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{R}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B) ..... □

**Câu 4.** Độ lớn cảm ứng từ bên trong ống dây có chiều dài  $L$  và  $N$  vòng dây (chiều dài ống dây rất lớn so với bán kính vòng dây) với  $I$  là cường độ dòng điện trong dây dẫn là

- (A)  $B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{L}$ .      (B)  $B = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{L}$ .      (C)  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{L}$ .      (D)  $B = 4\pi \cdot 10^7 \cdot \frac{NI}{L}$ .

💬 **Lời giải.**

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 5.** Biết độ lớn cảm ứng từ do một dây dẫn thẳng dài mang dòng điện  $I$  tạo ra ở vị trí cách trực dây dẫn một khoảng  $r$  là  $B = 2,0 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r}$ , với  $B$  tính bằng tesla (T),  $r$  tính bằng mét (m) và  $I$  tính bằng ampere (A).

Một dây dẫn thẳng dài 2 m mang dòng điện 10 A. Độ lớn cảm ứng từ do dòng điện gây ra ở vị trí cách nó 2 cm lớn gấp mấy lần so với ở khoảng cách 4 cm?

(A) 2.

(B)  $2\sqrt{2}$ .

(C) 4.

(D)  $4\sqrt{2}$ .

💬 **Lời giải.**

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{r_2}{r_1} = 2.$$

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 6.** Hai dây dẫn thẳng, rất dài, đặt song song, cách nhau 20 cm trong không khí, có hai dòng điện ngược chiều, có cường độ  $I_1 = 12$  A;  $I_2 = 15$  A chảy qua. Độ lớn cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện này gây ra tại điểm M cách dây dẫn mang dòng  $I_1$  một đoạn 15 cm và cách dây dẫn mang dòng  $I_2$  một đoạn 5 cm là

(A)  $1,6 \cdot 10^{-5}$  T.

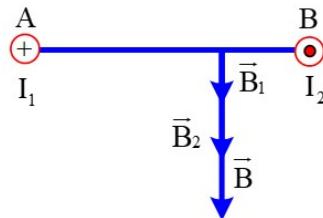
(B)  $6 \cdot 10^{-5}$  T.

(C)  $7,6 \cdot 10^{-5}$  T.

(D)  $4,4 \cdot 10^{-5}$  T.

💬 **Lời giải.**

Hai dòng điện gây ra cảm ứng từ tại M như hình vẽ:



Độ lớn cảm ứng từ do mỗi dòng điện gây ra tại M:

$$\begin{cases} B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{AM} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ T} \\ B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_2}{BM} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ T} \end{cases}$$

Cảm ứng từ tổng hợp tại M:

$$\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2.$$

Vì  $\vec{B}_1 \uparrow\uparrow \vec{B}_2$  nên độ lớn cảm ứng từ tổng hợp tại M:

$$B_M = B_1 + B_2 = 7,6 \cdot 10^{-5} \text{ T}.$$

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 7.** Cuộn dây tròn dẹt có 20 vòng, bán kính là 3,14 cm. Khi có dòng điện đi vào thì tại tâm của vòng dây xuất hiện từ trường là  $B = 2$  mT. Cường độ dòng điện trong vòng dây là



**A** 3 A.**B** 4 A.**C** 5 A.**D** 2,5 A.**Lời giải.**

Cường độ dòng điện trong vòng dây là

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{R} \Rightarrow I = \frac{BR}{2\pi \cdot 10^{-7}N} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 10^{-2}}{40\pi \cdot 10^{-7}} = 5 \text{ A.}$$

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 8.** Một dây dẫn đường kính tiết diện  $d = 0,5 \text{ mm}$  được phủ một lớp sơn cách điện mỏng và quấn thành một ống dây, các vòng dây quấn sát nhau. Cho dòng điện có cường độ  $I = 2 \text{ A}$  chạy qua ống dây. Độ lớn cảm ứng từ tại một điểm trên trực trong ống dây là

**A**  $5 \cdot 10^{-3} \text{ T.}$ **B**  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ T.}$ **C**  $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ T.}$ **D**  $3,75 \cdot 10^{-4} \text{ T.}$ **Lời giải.**

✓ Số vòng dây quấn sát nhau trên ống dây:  $N = \frac{\ell}{d}$ .

✓ Cảm ứng từ tại một điểm bên trong ống dây:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{d} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ T.}$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 9.** Cho dòng điện cường độ  $I = 0,15 \text{ A}$  chạy qua các vòng dây của một ống dây, thì cảm ứng từ bên trong ống dây là  $B = 35 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ . Ống dây dài 50 cm. Lấy  $\pi = 3,14$ . Số vòng dây của ống dây là

**A** 1858 vòng.**B** 929 vòng.**C** 1394 vòng.**D** 465 vòng.**Lời giải.**

Cảm ứng từ bên trong ống dây:  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{\ell} I$ .

Số vòng dây của ống dây:

$$N = \frac{\ell B}{4\pi \cdot 10^{-7} I} = 929 \text{ vòng.}$$

Chọn đáp án **B** ..... □

**Câu 10.** Dùng một dây đồng có phủ một lớp sơn cách điện mỏng, quấn quanh một hình trụ dài  $L = 60 \text{ cm}$ , có đường kính  $d = 3 \text{ cm}$  để làm một ống dây. Sợi dây quấn có chiều dài  $\ell = 314 \text{ cm}$  và các vòng dây được quấn sát nhau. Lấy  $\pi = 3,14$ . Nếu cho dòng điện cường độ  $I = 0,5 \text{ A}$  chạy qua ống dây, thì cảm ứng từ bên trong ống dây có độ lớn **gần nhất** với giá trị nào?

**A**  $5 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$ **B**  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$ **C**  $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$ **D**  $3,5 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$ **Lời giải.**

✓ Chu vi mỗi vòng dây:  $\pi d$

✓ Số vòng dây:  $N = \frac{\ell}{\pi d}$

✓ Cảm ứng từ bên trong ống dây:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{L} I = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$$

Chọn đáp án **D** ..... □

**Câu 11.** Hai dây dẫn thẳng, rất dài, đặt song song, cách nhau 20 cm trong không khí, có hai dòng điện ngược chiều, có cường độ  $I_1 = I_2 = 12 \text{ A}$  chạy qua. Độ lớn cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện này gây ra tại điểm M cách dây dẫn mang dòng điện  $I_1$  đoạn 16 cm và cách dây dẫn mang dòng  $I_2$  đoạn 12 cm là

**A**  $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

**B**  $2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

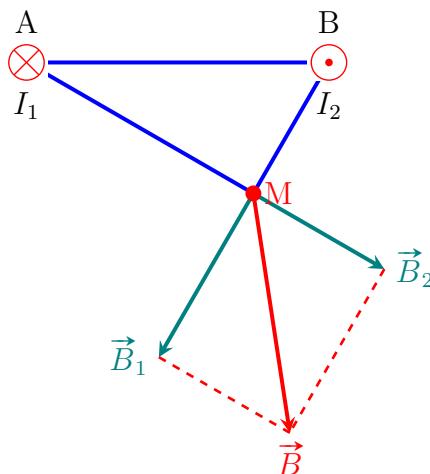
**C**  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

**D**  $3,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

**Lời giải.**

Tam giác AMB vuông tại M.

Các dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  gây ra tại M các vector cảm ứng từ  $B_1$  và  $B_2$  có phương chiều như hình vẽ:



Độ lớn các vector cảm ứng từ thành phần:

$$\begin{cases} B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{AM} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ T} \\ B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_2}{BM} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T} \end{cases}$$

Cảm ứng từ tổng hợp tại M có độ lớn:

$$B_M = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}.$$

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 12.** Cho hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt song song cách nhau một đoạn bằng 32 cm, dòng điện chạy qua các dây dẫn có cường độ lần lượt là  $I_1 = 0,1 \text{ A}$  và  $I_2$ . Xét một mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng tạo bởi hai dây dẫn, mặt phẳng này cắt hai dây dẫn  $I_1$  và  $I_2$  lần lượt tại hai điểm A và B. Xét điểm M nằm trên đường nối AB và nằm ngoài AB, biết  $AM = 8 \text{ cm}$ . Để cảm ứng từ tại M bị triệt tiêu thì dòng điện  $I_2$  có cường độ và chiều thỏa mãn:

**A** cường độ  $I_2 = 0,5 \text{ A}$  và ngược chiều với  $I_1$ .

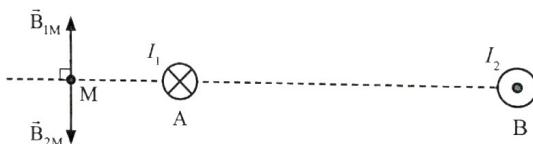
**B** cường độ  $I_2 = 0,8 \text{ A}$  và cùng chiều với  $I_1$ .

**C** cường độ  $I_2 = 0,5 \text{ A}$  và cùng chiều với  $I_1$ .

**D** cường độ  $I_2 = 0,8 \text{ A}$  và ngược chiều với  $I_1$ .

**Lời giải.**

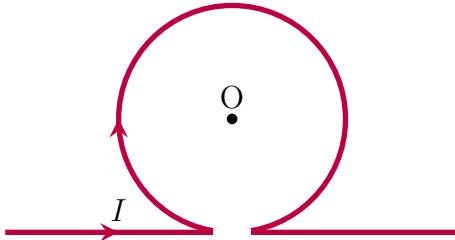
Do điểm M nằm ngoài khoảng giữa hai dây dẫn nên dòng điện  $I_2$  phải ngược chiều với dòng điện  $I_1$ . Giả sử hai dòng điện có chiều như hình vẽ:



$$B_{1M} = B_{2M} \Rightarrow 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{AM} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{BM} \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{BM}{AM} = 0,1 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-2}}{8 \cdot 10^{-2}} = 0,5 \text{ A.}$$

Chọn đáp án **(A)** ..... □

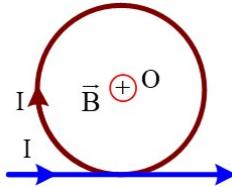
**Câu 13.** Một dây dẫn thẳng, dài có vỏ bọc cách điện, ở khoảng giữa được uốn thành vòng tròn, bán kính  $R = 20 \text{ cm}$  như hình vẽ. Dòng điện chạy qua dây dẫn có cường độ  $5 \text{ A}$ . Độ lớn cảm ứng từ tại tâm O của vòng tròn là



- (A)**  $5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .      **(B)**  $15,7 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .      **(C)**  $10,7 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .      **(D)**  $20,7 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .

**Lời giải.**

Cảm ứng từ do hai dòng điện gây ra tại O được biểu diễn như hình bên dưới:



Độ lớn cảm ứng từ do mỗi dòng điện gây ra tại O:

$$\begin{cases} B_1 = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{R} = 15,7 \cdot 10^{-6} \text{ T} \\ B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{R} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ T} \end{cases}$$

Vì  $\vec{B}_1 \uparrow \downarrow \vec{B}_2$  nên độ lớn cảm ứng từ tổng hợp:

$$B = |B_1 - B_2| = 10,7 \cdot 10^{-6} \text{ T.}$$

Chọn đáp án **(C)** ..... □

**Câu 14.** Một dòng điện thẳng dài có  $I = 100 \text{ A}$  đặt trong một từ trường đều  $B_0 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ . Dây dẫn vuông góc với đường cảm ứng từ của từ trường đều. Điểm có cảm ứng từ tổng hợp bằng 0 cách dây dẫn một đoạn

- (A)** 6 cm.      **(B)** 4 cm.      **(C)** 8 cm.      **(D)** 2 cm.

**Lời giải.**

$$\vec{B}_0 + \vec{B} = \vec{0} \Rightarrow B = B_0 \Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{100}{r} \Rightarrow r = 0,04 \text{ m.}$$

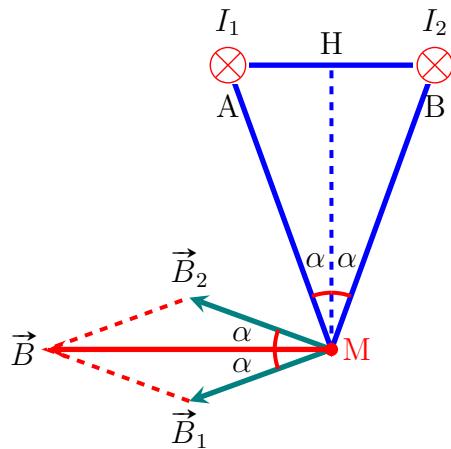
Chọn đáp án **(B)** ..... □

**Câu 15.** Hai dây dẫn thẳng, rất dài, đặt song song, cách nhau  $10 \text{ cm}$  trong không khí, có hai dòng điện cùng chiều, cùng cường độ  $I_1 = I_2 = 6 \text{ A}$  chạy qua. Độ lớn cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện này gây ra tại điểm M cách đều hai dây dẫn một khoảng  $20 \text{ cm}$  là

- (A)**  $6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .      **(B)**  $11,6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .      **(C)**  $5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .      **(D)**  $12 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .

**Lời giải.**

Các dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  gây ra cảm ứng từ tại M như hình vẽ:



Độ lớn cảm ứng từ do mỗi dòng điện gây ra tại M:

$$B_1 = B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{AM} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ T.}$$

Độ lớn cảm ứng từ tổng hợp tại M:

$$B = 2B_1 \cos \alpha = 2B_1 \frac{\sqrt{AM^2 - AH^2}}{AM} = 11,6 \cdot 10^{-6} \text{ T.}$$

Chọn đáp án (B) ..... □

**Câu 16.** Một khung dây tròn gồm 24 vòng dây, mỗi vòng dây có dòng điện cường độ  $I$  chảy qua. Theo tính toán cảm ứng từ ở tâm khung bằng  $B$ . Nhưng khi đo thì thấy cảm ứng từ ở tâm khung bằng  $0,5B$ . Kiểm tra lại các vòng dây thấy có  $n$  vòng quấn nhầm, chiều quấn của các vòng này ngược chiều quấn của đa số vòng trong khung. Giá trị của  $n$  là

(A) 3.

(B) 4.

(C) 5.

(D) 6.

**Lời giải.**

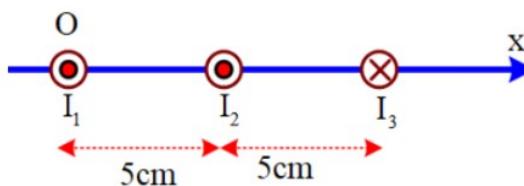
Cảm ứng từ do  $n$  vòng dây ngược chiều sẽ triệt tiêu cảm ứng từ do  $N - n$  vòng dây quấn đúng chiều. Gọi độ lớn cảm ứng từ do 24 vòng dây quấn đúng chiều và cảm ứng từ thực tế là  $B_1$  và  $B_2$ .

$$\begin{cases} B_1 = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{R} \\ B_2 = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{(N - 2n) \cdot I}{R} \end{cases}$$

Mà  $B_2 = 0,5B_1 \Rightarrow 24 - 2n = 0,5 \cdot 24 \Rightarrow n = 6$ .

Chọn đáp án (D) ..... □

**Câu 17.** Trong mặt phẳng Oxy có ba dòng điện thẳng dài cùng song song với trục Oy với  $I_1 = I_2 = 10 \text{ A}$  chảy theo chiều dương của trục Oy và  $I_3 = 45 \text{ A}$  chảy theo chiều ngược lại như hình vẽ. Điểm M thuộc trục Ox có hoành độ  $x$  hữu hạn. Nếu cảm ứng từ tại M bằng không thì giá trị của  $x$  là



**A** -5 cm và 4 cm.**B** -3 cm và 4,5 cm.**C** 5 cm và -4 cm.**D** 3 cm và -4,5 cm.**Lời giải.**

Hướng cảm ứng từ gây ra bởi 3 dòng điện trong các miền lần lượt là:

$$\begin{cases} \text{Miền 1 } (x < 0) : \vec{B}_1 \downarrow \vec{B}_2 \downarrow \vec{B}_3 \uparrow \\ \text{Miền 2 } (0 < x < 0,05 \text{ m}) : \vec{B}_1 \uparrow \vec{B}_2 \downarrow \vec{B}_3 \uparrow \\ \text{Miền 3 } (0,05 \text{ m} < x < 0,1 \text{ m}) : \vec{B}_1 \uparrow \vec{B}_2 \uparrow \vec{B}_3 \uparrow \\ \text{Miền 4 } (x > 0,1 \text{ m}) : \vec{B}_1 \uparrow \vec{B}_2 \uparrow \vec{B}_3 \downarrow \end{cases}$$

Xét trường hợp nếu độ lớn cảm ứng từ tổng hợp trong miền 1 và miền 4 bằng 0 thì:

$$B_M = 2 \cdot 10^{-7} \left| \frac{I_1}{x} + \frac{I_2}{x - 0,05} - \frac{I_3}{x - 0,1} \right| = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm} \\ x = -0,05 \text{ m} = -5 \text{ cm} \end{cases}$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**2** | Trắc nghiệm đúng/sai

**Câu 1.** Hai dây dẫn thẳng, dài vô hạn, mang dòng điện cùng chiều có cường độ lần lượt là  $I_1 = 1 \text{ A}$  và  $I_2 = 2 \text{ A}$  được đặt song song, cách nhau 10 cm trong không khí. Bỏ qua tác dụng của từ trường Trái Đất. Nhận định về các phát biểu sau đây.

Phát biểu	D	S
a) Hai dây dẫn sẽ đẩy nhau.		X
b) Từ trường do mỗi dây dẫn gây ra tại vị trí của dây dẫn kia có độ lớn cảm ứng từ bằng nhau.		X
c) Độ lớn lực từ do mỗi dây dẫn gây ra cho dây dẫn còn lại là bằng nhau.	(X)	
d) Độ lớn lực từ do dây dẫn 1 gây ra cho dây dẫn 2 là $4 \cdot 10^{-6} \mu\text{N}$ .	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a sai | b sai | c đúng | d đúng] .....

**3** | Tự luận

**Câu 1.** Cho dây dẫn thẳng dài vô hạn có cường độ dòng điện  $0,5 \text{ A}$  chạy qua.

- Tính độ lớn cảm ứng từ tại điểm A cách dây dẫn một đoạn 4 cm.
- Tính khoảng cách từ điểm C đến dây dẫn, biết cảm ứng từ tại điểm C có độ lớn  $4 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ .

**Lời giải.**

- Độ lớn cảm ứng từ tại điểm A xác định bởi:

$$B_A = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r_A} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{0,5}{4 \cdot 10^{-2}} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ T.}$$

- Từ công thức tính độ lớn cảm ứng từ tại điểm C, suy ra được khoảng cách từ điểm C đến dây dẫn:

$$B_C = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r_C} \Rightarrow r_C = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{B_C} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{0,5}{4 \cdot 10^{-6}} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 2,5 \text{ cm.}$$

**Câu 2.** Một ống dây hình trụ được quấn bằng dây đồng có đường kính tiết diện 0,5 mm. Biết rằng các vòng dây quấn sát nhau và che kín lõi của ống. Cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn của ống có giá trị 50 mA. Hãy tính độ lớn cảm ứng từ bên trong ống dây.

 **Lời giải.**

Độ lớn cảm ứng từ bên trong ống dây là:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{L} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{d} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{50 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-3}} \approx 125,7 \mu T.$$

**Câu 3.** Máy chụp cộng hưởng từ MRI (Magnetic Resonance Imaging) là một trong những thiết bị hỗ trợ chẩn đoán hình ảnh những cơ quan bên trong cơ thể một cách chi tiết (Hình 3.16). Máy MRI có mức độ an toàn cao do không sử dụng các tia bức xạ như tia X. Máy MRI sử dụng một từ trường mạnh để tạo ra hình ảnh chất lượng cao của cấu trúc bên trong cơ thể như: não, xương, cơ và các mô khác.



Hình 3.16: Máy chụp MRI

Một máy MRI sử dụng từ trường có độ lớn cảm ứng từ là 1,5 T, có chiều dài khoảng 1,4 m và có đường kính 2,5 m. Giả sử ta mô hình hóa máy MRI hoạt động như một cuộn dây dẫn mang dòng điện.

- Hãy ước lượng số vòng dây cần thiết để tạo ra một từ trường có độ lớn cảm ứng từ 1,5 T bên trong máy. Xem mỗi vòng dây có dòng điện với cường độ 100 A chạy qua.
- Xác định điện trở của cuộn dây này. Biết rằng đối với dòng điện có cường độ 100 A, kích thước dây điển hình thường được sử dụng đối với chất liệu đồng là loại dây có chỉ số 2 AWG (chỉ số AWG - American Wire Gauge: chỉ số dùng để mô tả kích cỡ dây dẫn theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ) với đường kính tiết diện tròn khoảng 6,54 mm và điện trở suất  $1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ .
- Xác định nhiệt lượng toả ra trên dây dẫn này khi máy MRI làm việc một lần trong khoảng 30 phút (thời gian làm việc của máy còn tuỳ thuộc vào bộ phận cơ thể được chụp và số lượng hình ảnh cần thiết) và chi phí cần phải chi trả do hao phí năng lượng xuất hiện trên dây dẫn, biết rằng chi phí có giá trung bình khoảng 1600 đồng/kWh. Tìm hiểu về tính khả thi khi sử dụng mô hình xem máy MRI hoạt động như một cuộn dây dẫn mang dòng điện.

 **Lời giải.**

- Số vòng dây mang dòng điện 100 A để tạo ra một từ trường cần thiết bên trong máy MRI xác định bởi biểu thức:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{L} \Rightarrow N = \frac{BL}{4\pi \cdot 10^{-7} I} = \frac{1,5 \cdot 1,4}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100} \approx 16711 \text{ vòng.}$$

- Điện trở của cuộn dây dẫn điện xác định bởi biểu thức:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} = \frac{\rho N \pi d}{\pi \left(\frac{d_0}{2}\right)^2} = \frac{4\rho N d}{d_0^2} = \frac{4 \cdot 1,69 \cdot 10^{-8} \cdot 16711 \cdot 2,5}{(6,54 \cdot 10^{-3})^2} \approx 66,03 \Omega.$$

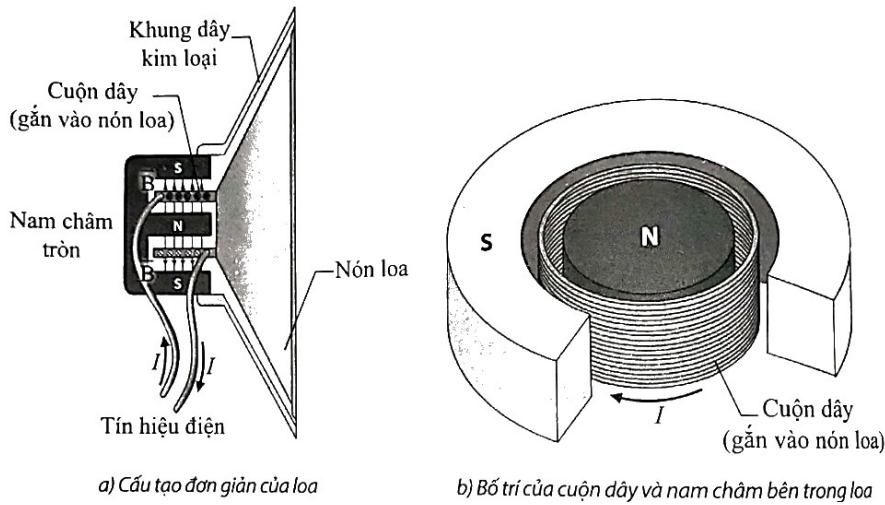
- c) Công suất tỏa nhiệt của dây dẫn:  $\mathcal{P} = I^2 \cdot R = 100^2 \cdot 66,03 = 660,3 \text{ W}$ . Nhiệt lượng tỏa ra trên dây dẫn khi máy MRI làm việc trong 30 phút:

$$Q = \mathcal{P}t = 660,3 \cdot \frac{1}{2} = 330,15 \text{ kW h.}$$

Chi phí cần phải chi trả do nhiệt lượng tỏa ra trên dây dẫn này khi máy MRI làm việc một lần trong 30 phút là:  $330,15 \cdot 1600 = 528240$  đồng.

**Nhận xét:** Công suất tỏa nhiệt trên dây dẫn theo mô hình này là quá lớn và không có ý nghĩa thực tiễn trong việc chế tạo. Trên thực tế, trong máy MRI, từ trường được tạo ra bởi nam châm siêu dẫn - một loại nam châm đặc biệt được làm từ vật liệu siêu dẫn, vật liệu này có đặc tính là có điện trở rất nhỏ khi được làm lạnh xuống gần độ không tuyệt đối - khoảng 10 K và cần được giữ ở nhiệt độ cực thấp để duy trì đặc tính siêu dẫn của nó.

**Câu 4.** Loa là một thiết bị có nhiệm vụ phát ra âm thanh bằng cách truyền tín hiệu điện thành tín hiệu âm thanh (sóng âm). Tín hiệu này làm không khí xung quanh loa dao động và truyền đến tai người nghe. Loa có thể được cấu tạo gồm các bộ phận đơn giản như hình 3.17a. Khi tín hiệu điện biến thiên theo tần số của tín hiệu âm thanh, cuộn dây và màng loa dao động cùng tần số, dẫn đến sự dao động của không khí và sóng âm được tạo ra.

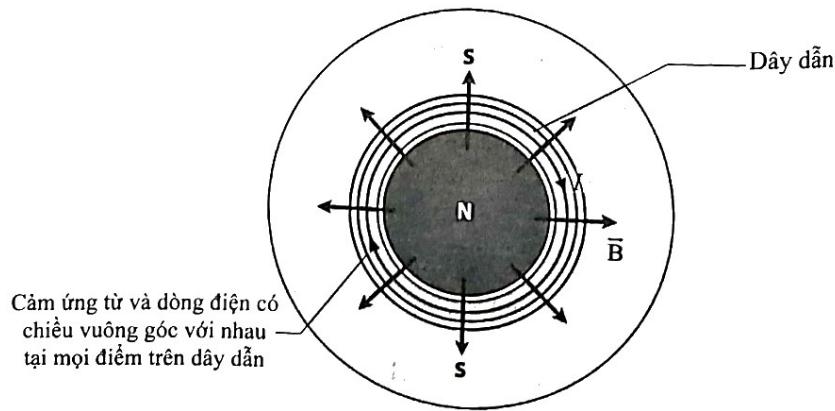


Hình 3.17:

Cấu tạo đơn giản của bộ phận tạo ra sự dao động của không khí của loa gồm hai phần: nam châm hình tròn được đặt cố định, trọng tâm nam châm đặt thẳng hàng với trọng tâm màng loa và cuộn dây hình tròn (Hình 3.17b). Khi dòng điện thay đổi theo thời gian chạy qua cuộn dây đặt trong từ trường của nam châm sẽ làm xuất hiện lực từ tác dụng lên cuộn dây, lực từ này có chiều thay đổi làm nón loa dao động theo, từ đó tạo ra âm thanh phát ra tương ứng với tín hiệu âm thanh đầu vào.

Xét một loa điện có một cuộn dây nằm trong khe hở của một nam châm, giả sử từ trường của nam châm có độ lớn cảm ứng từ là  $0,08 \text{ T}$ . Cuộn dây có đường kính khoảng  $6,4 \text{ cm}$ , gồm 18 vòng dây và có điện trở là  $6,0 \Omega$ . Khi kết nối với nguồn có hiệu điện thế  $12 \text{ V}$ , dòng điện chạy trong cuộn dây tại một thời điểm xác định có chiều cùng chiều kim đồng hồ như hình 3.17b. Tại thời điểm này, xác định lực từ tác dụng trên cuộn dây.

#### Lời giải.



Theo định luật Ohm, dòng điện chạy trong cuộn dây có cường độ là:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

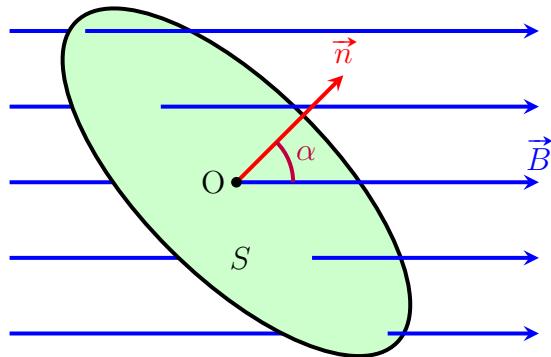
Vì tại mọi điểm trên dây dẫn, từ trường song song với mặt phẳng vòng dây và vuông góc với chiều dòng điện nên lực từ tác dụng lên cuộn dây có phương vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, có độ lớn xác định tương tự như đặt một đoạn dây thẳng có cùng chiều dài  $L$  với cuộn dây trong từ trường, trong đó  $L = N\pi d = 18 \cdot \pi \cdot 6,4 \approx 3,62 \text{ m}$ .

Khi đó lực từ tác dụng lên cuộn dây có phương vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và chiều hướng ra ngoài (xác định bằng quy tắc bàn tay trái) và có độ lớn là:

$$F = BIL = 0,08 \cdot 2 \cdot 3,62 \approx 0,58 \text{ N.}$$

## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

## 1 | | Từ thông



**Khái niệm** Từ thông là đại lượng đặc trưng cho số đường sức từ xuyên qua diện tích  $S$  và được xác định bởi biểu thức:

$$\Phi = BS \cos \alpha \quad (3.8)$$

Trong hệ SI, từ thông có đơn vị là weber (Wb).

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2.$$

Trong đó:

- ✓  $\Phi$ : từ thông, đơn vị trong hệ SI là weber (Wb);
- ✓  $B$ : cảm ứng từ, đơn vị trong hệ SI là tesla (T);
- ✓  $S$ : diện tích mặt kín ( $\text{m}^2$ );
- ✓  $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$ : góc hợp bởi vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  và vector pháp tuyến  $\vec{n}$  của mặt kín.

**A!** Nếu khung dây có  $N$  vòng dây được đặt trong từ trường đều, thì từ thông qua khung dây được xác định bởi biểu thức:

$$\Phi = NBS \cos \alpha.$$

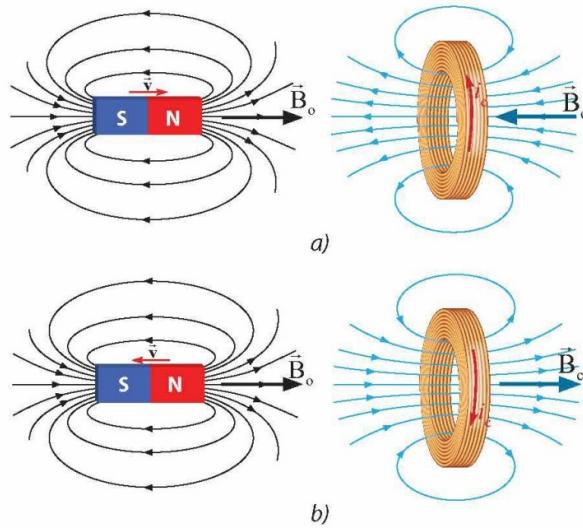
## 2 | | Hiện tượng cảm ứng điện từ

## 2.1. Khái niệm hiện tượng cảm ứng điện từ

**Khái niệm** Khi từ thông qua mặt giới hạn bởi một khung dây dẫn kín biến thiên thì trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng. Hiện tượng này được gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ.

## 2.2. Định luật Lenz về chiều dòng điện cảm ứng

**Định luật** Dòng điện cảm ứng qua khung dây dẫn kín có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra (từ trường cảm ứng) có tác dụng chống lại sự biến thiên từ thông qua chính khung dây đó.



Hình 3.18: Chiều dòng điện cảm ứng  $i_c$  qua khung dây dẫn kín khi đưa nam châm (a) lại gần và (b) ra xa khung dây

### 3 | Định luật Faraday về suất điện động cảm ứng

**⚡ Định luật** Độ lớn suất điện động cảm ứng trong khung dây dẫn kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên từ thông qua diện tích giới hạn bởi khung dây.

Trong hệ SI, độ lớn suất điện động cảm ứng được xác định bằng biểu thức:

$$|e_c| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad (3.9)$$

Trong đó:

- Ⓐ  $|e_c|$ : độ lớn suất điện động cảm ứng, đơn vị trong hệ SI là volt (V);
- Ⓑ  $\Delta\Phi$ : độ biến thiên từ thông, đơn vị trong hệ SI là weber (Wb);
- Ⓒ  $\Delta t$ : khoảng thời gian từ thông biến thiên, đơn vị trong hệ SI là giây (s).

**⚠** Khi kết hợp với nội dung định luật Lenz, biểu thức định luật Faraday được viết lại:

$$e_c = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (3.10)$$

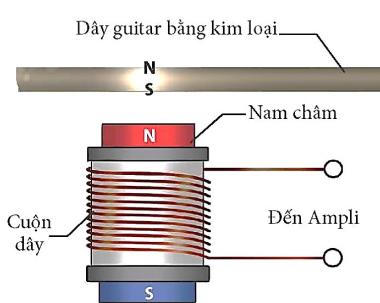
Trong trường hợp khung dây có  $N$  vòng dây thì:

$$e_c = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (3.11)$$

### 4 | Một số ứng dụng của hiện tượng cảm ứng điện từ

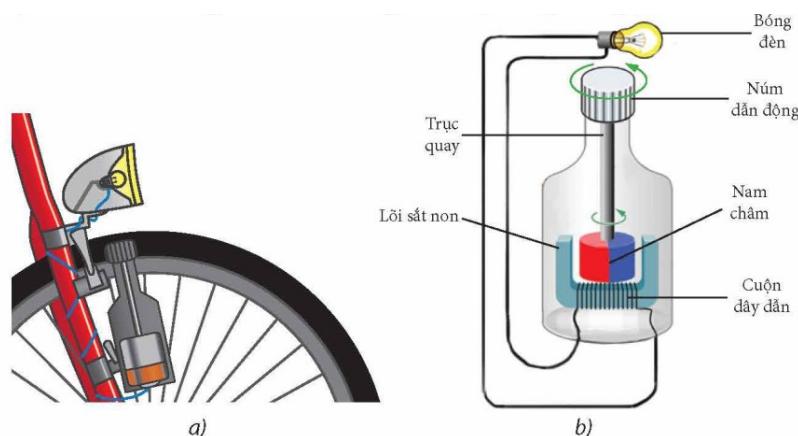
## 4.1. Guitar điện

Bộ cảm ứng (pickup) của guitar điện gồm một cuộn dây và một nam châm vĩnh cửu, được đặt gần dây đàn guitar bằng kim loại có thể nhiễm từ. Khi gảy đàn, đoạn dây gần nam châm bị nhiễm từ, dao động và tạo ra sự biến thiên từ thông qua cuộn dây của bộ cảm ứng, từ đó tạo ra suất điện động cảm ứng. Tín hiệu điện được đưa đến một bộ khuếch đại và loa, tạo ra sóng âm thanh mà chúng ta nghe được.



## 4.2. Dynamo xe đạp

Khi bánh xe quay, nút dẫn động và nam châm cũng quay theo, do đó từ thông qua cuộn dây biến thiên. Lúc này, trong cuộn dây xuất hiện dòng điện cảm ứng và thắp sáng bóng đèn.

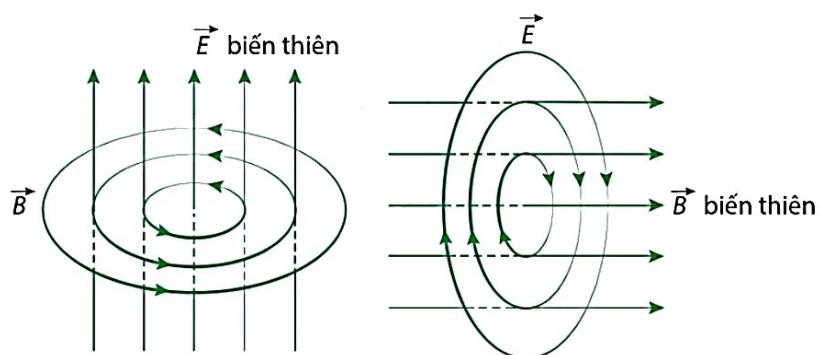


Hình 3.19: a) Dynamo trên xe đạp; b) Cấu tạo của dynamo trên xe đạp.

# 5 Mô hình sóng điện từ

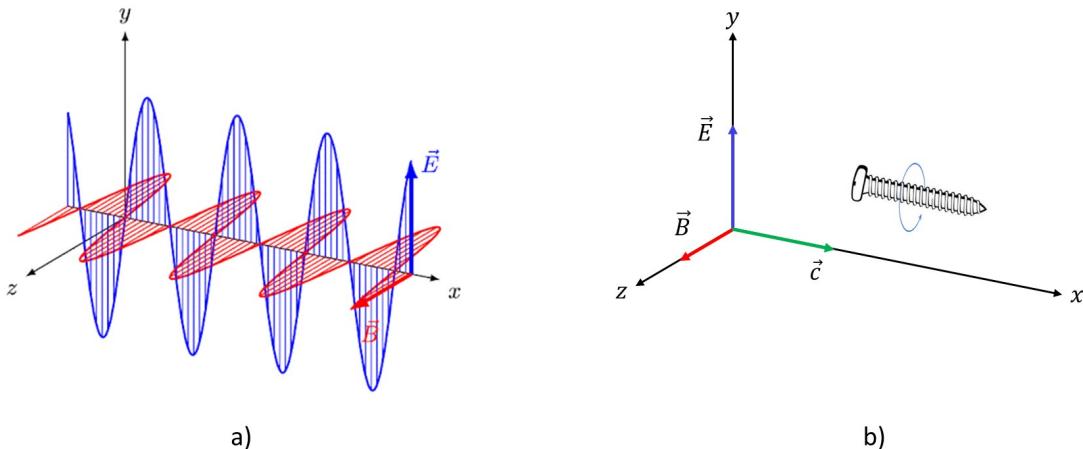
## 5.1. Điện từ trường

**Khái niệm** Trong vùng không gian có từ trường biến thiên theo thời gian thì trong vùng đó xuất hiện một điện trường xoáy; ngược lại, trong vùng không gian có điện trường biến thiên theo thời gian thì trong vùng đó xuất hiện một từ trường biến thiên theo thời gian. Do đó, điện trường biến thiên và từ trường biến thiên theo thời gian chuyển hoá lẫn nhau và cùng tồn tại trong không gian, được gọi là điện từ trường.



Hình 3.20: a) Điện trường biến thiên gây ra từ trường biến thiên; b) Từ trường biến thiên gây ra điện trường biến thiên.

## 5.2. Mô hình sóng điện từ



Hình 3.21: a) Mô hình sự lan truyền sóng điện từ; b) Minh họa quy tắc vặn đinh ốc.

Trong quá trình lan truyền sóng điện từ, tại một điểm có

- vector cường độ điện trường  $\vec{E}$  và vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng  $\Rightarrow$  sóng điện từ là sóng ngang;
- điện trường và từ trường biến thiên cùng pha.

### Quy tắc vặn đinh ốc để xác định chiều truyền sóng điện từ

Quay đinh ốc theo chiều từ vector cường độ điện trường đến vector cảm ứng từ thì chiều tiến của đinh ốc là chiều lan truyền của sóng điện từ.

## B. VÍ DỤ MINH HÓA

DẠNG  
1

### Xác định từ thông gửi qua khung dây

#### ✓ VÍ DỤ 1

Một vòng dây phẳng giới hạn diện tích  $S = 5 \text{ cm}^2$  đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,1 \text{ T}$ . Mặt phẳng vòng dây làm thành với  $\vec{B}$  một góc  $\alpha = 30^\circ$ . Tính từ thông qua  $S$ .

#### 💬 Lời giải.

Góc hợp bởi  $\vec{B}$  và vector pháp tuyến  $\vec{n}$  của mặt phẳng khung dây  $(\vec{B}, \vec{n}) = 90^\circ - \alpha = 60^\circ$ .

Từ thông qua tiết diện  $S$ :

$$\Phi = BS \cos(\vec{B}, \vec{n}) = (0,1 \text{ T}) \cdot (5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) \cos 60^\circ = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ Wb.}$$

#### ✓ VÍ DỤ 2

Một khung dây phẳng giới hạn diện tích  $S = 5 \text{ cm}^2$  gồm 20 vòng dây đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,1 \text{ T}$  sao cho mặt phẳng khung dây hợp với vector cảm ứng từ một góc  $60^\circ$ . Tính từ thông qua diện tích giới hạn bởi khung dây.

 **Lời giải.**

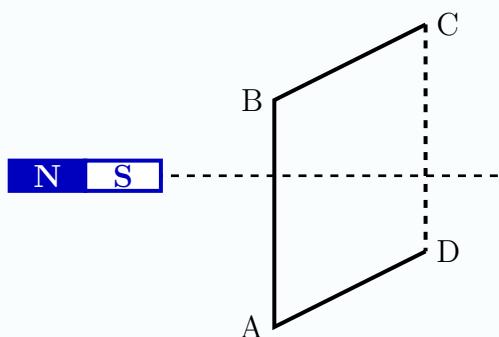
Góc hợp bởi vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  và vector pháp tuyến  $\vec{n}$  là  $(\vec{B}, \vec{n}) = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ .

Từ thông qua diện tích giới hạn bởi khung dây:

$$\Phi = NBS \cos(\vec{B}, \vec{n}) = 8,66 \cdot 10^{-4} \text{ Wb.}$$

DẠNG  
**2****Vận dụng định luật Lenz xác định chiều dòng điện cảm ứng****✓ VÍ DỤ 3**

Đặt một thanh nam châm thẳng ở gần một khung dây kín ABCD như hình vẽ.

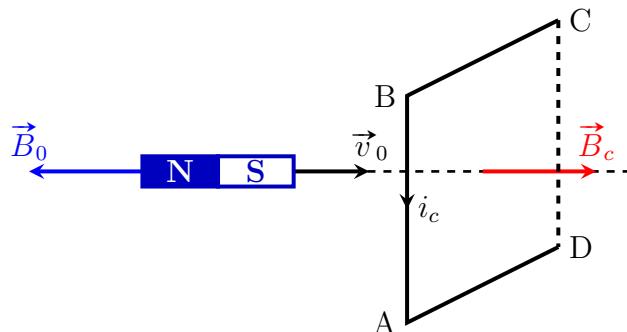


Xác định chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây trong các trường hợp sau:

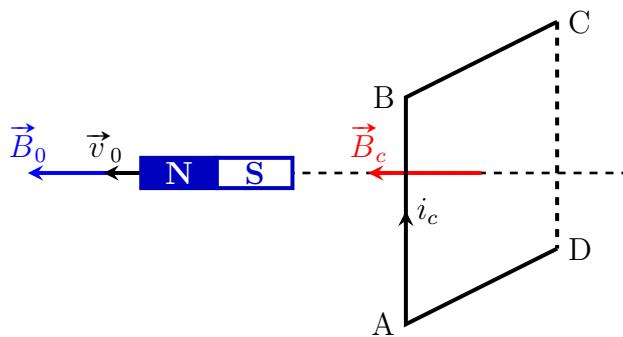
- a) Đưa nam châm lại gần khung dây.
- b) Kéo nam châm ra xa khung dây.

 **Lời giải.**

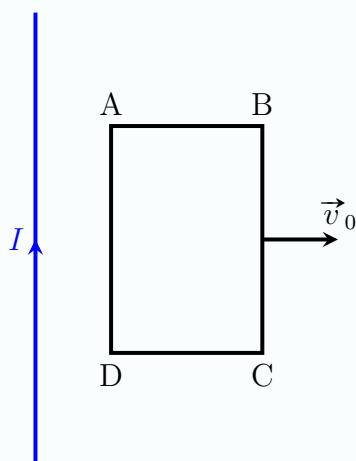
- a) Đưa nam châm lại gần khung dây, từ thông qua khung dây tăng nên  $\vec{B}_c \uparrow\downarrow \vec{B}_0$ .



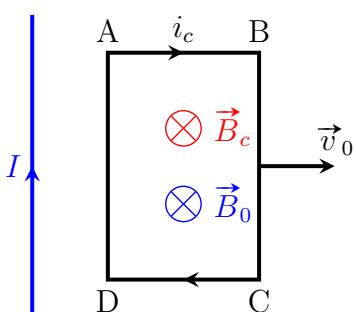
- b) Dưa nam châm ra xa khung dây, từ thông qua khung dây giảm nên  $\vec{B}_c \uparrow\uparrow \vec{B}_0$ .

**Ví dụ 4**

Xác định chiều dòng điện cảm ứng xuất hiện trong mạch ABCD khi dịch chuyển mạch ABCD ra xa dòng điện  $I$  thẳng, dài vô hạn. Biết mạch ABCD và dòng điện  $I$  luôn nằm trong cùng mặt phẳng.



**Lời giải.**



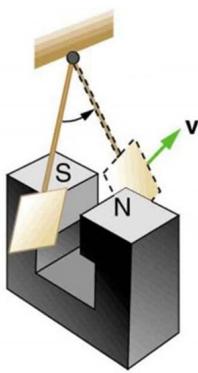
Dòng điện thẳng  $I$  gây ra trong mạch ABCD từ trường có các đường cảm ứng từ  $\vec{B}_0$  hướng vào mặt phẳng ABCD. Khi di chuyển khung ra xa dây, từ thông qua mạch giảm nên  $\vec{B}_c$  do  $i_c$  tạo ra cùng chiều  $\vec{B}_0$ . Do đó, mặt ABCD là mặt Nam nên  $i_c$  cùng chiều kim đồng hồ theo chiều ABCD.

**DẠNG  
3**

**Giải thích được một số ứng dụng của hiện tượng cảm ứng điện từ**

**Ví dụ 5**

Cho một đĩa kim loại dao động trong không khí, đĩa sẽ dao động trong một thời gian xác định. Khi cho đĩa dao động giữa hai cực từ của một nam châm thì thời gian đĩa dao động sẽ ngắn hơn. Hiện tượng này được ứng dụng để hãm chuyển động, đặc biệt là chuyển động quay của một bộ phận nào đó trong một số thiết bị. Em hãy giải thích cơ chế của hiện tượng trên.



**Lời giải.**

Khi đĩa đi vào từ trường, nó cắt các đường sức từ và do đó trong đĩa xuất hiện suât điện động cảm ứng. Vì đĩa là chất dẫn điện nên suât điện động cảm ứng tạo ra dòng điện trong đĩa. Những dòng điện này được gọi là dòng điện xoáy (dòng điện Foucault). Chúng có đặc điểm là chạy theo các đường cong kín trong khối vật dẫn.

Theo định luật Lenz, các dòng điện cảm ứng chạy trong đĩa sẽ tạo ra lực cản trở chuyển động, làm cho dao động bị tắt dần nhanh.

**VÍ DỤ 6**

Hình bên là một đèn pin có thể được sạc lại bằng cách lắc đèn pin theo trực dọc của nó.



- Tại sao khi lắc đèn thì pin được sạc (nạp điện)?
- Nêu cách để thời gian sạc nhanh hơn.

**Lời giải.**

- Khi lắc đèn pin, nam châm sẽ dao động qua lại trong cuộn dây, làm từ trường qua cuộn dây tăng giảm dần đến từ thông qua cuộn dây biến đổi và làm xuất hiện suât điện động cảm ứng trong cuộn dây. Suất điện động này gây ra hiệu điện thế ở hai đầu cuộn dây. Hiệu điện thế này tạo ra dòng điện để sạc điện cho pin.
- Để thời gian sạc nhanh hơn cần tăng hiệu điện thế, bằng cách:
  - ✓ Cách 1: Cho nam châm chuyển động nhanh hơn (lắc nhanh);
  - ✓ Cách 2: Tăng số vòng dây trên cuộn dây hoặc từ trường của nam châm mạnh hơn. Cách này phụ thuộc vào nhà sản xuất đèn pin.

DẠNG  
**4**

**Vận dụng định luật Faraday tính được suât điện động cảm ứng**

**VÍ DỤ 7**

Một đĩa kim loại được chế tạo để quay với tốc độ 20 vòng/giây quanh một trục đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng của nó. Đĩa được đặt trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ là 0,2 T và song song với trục quay.

- Đĩa có bán kính 30 cm, tính diện tích quét được trong một giây bởi bán kính của đĩa.
- Tính từ thông gửi qua đĩa trong một giây.
- Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện khi đĩa quay.

**Lời giải.**

- a) Diện tích quét được trong một giây bởi bán kính của đĩa:

$$S = N \cdot \pi R^2 = nt\pi R^2 = (20 \text{ vòng/s}) \cdot (1 \text{ s}) \cdot \pi \cdot (0,3 \text{ m})^2 \approx 5,65 \text{ m}^2.$$

- b) Từ trường đều, song song với trục quay nên  $\alpha = (\vec{n}, \vec{B}) = 0^\circ$ .

Từ thông gửi qua tiết diện đĩa trong 1 giây:

$$\Phi = BS \cos \alpha = (0,2 \text{ T}) \cdot (5,65 \text{ m}^2) \cdot \cos 0^\circ = 1,13 \text{ Wb.}$$

- c) Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong đĩa:

$$e_c = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Phi - \Phi_0}{\Delta t} = -\frac{1,13 \text{ Wb} - 0}{1 \text{ s}} = -1,13 \text{ V.}$$

**VÍ DỤ 8**

Một cuộn dây có 50 vòng và tiết diện  $8,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ . Cuộn dây được đặt vuông góc với từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ là 0,2 T.

- Tính suất điện động cảm ứng trung bình trong cuộn dây, khi từ trường giảm về 0 trong 50 ms.
- Tính suất điện động cảm ứng trung bình trong cuộn dây, khi từ trường đảo chiều trong 50 ms.

**Lời giải.**

- a) Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây khi từ trường giảm về 0 trong 50 ms:

$$e_c = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -NS \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \alpha = -50 \cdot (8,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) \frac{(0 - 0,2 \text{ T})}{50 \cdot 10^{-3} \text{ s}} \cdot \cos 0^\circ = 0,16 \text{ V.}$$

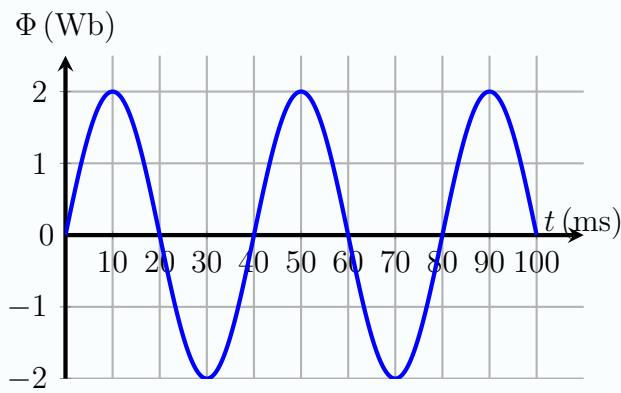
- b) Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây nếu từ trường đảo chiều trong 50 ms:

$$e_c = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -NBS \frac{(\cos 180^\circ - \cos 0^\circ)}{\Delta t} = -50 \cdot (0,2 \text{ T}) \cdot (8,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) \cdot \frac{(\cos 180^\circ - \cos 0^\circ)}{50 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 0,32 \text{ V.}$$

**VÍ DỤ 9**

Đồ thị sau đây biểu diễn sự biến thiên của từ thông toàn phần theo thời gian trong một cuộn dây phẳng:





- a) Hãy cho biết các thời điểm suất điện động cảm ứng trong cuộn dây có độ lớn cực đại, có giá trị bằng 0.
- b) Biết từ thông qua cuộn dây biến đổi chỉ do từ trường qua cuộn dây thay đổi và từ trường này có đường cảm ứng vuông góc mặt phẳng cuộn dây. Nếu diện tích mặt cắt ngang của cuộn dây là  $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$  và cuộn dây có 500 vòng dây, hãy tính giá trị lớn nhất của cường độ từ trường.

#### Lời giải.

a) Từ  $|e| = \left| -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$ , ta thấy suất điện động cảm ứng trong cuộn dây có độ lớn cực đại khi tốc độ biến thiên của từ thông qua cuộn dây đạt giá trị cực đại.

Dựa vào đồ thị, tốc độ biến thiên của từ thông đạt cực đại tại các thời điểm đồ thị có độ dốc lớn nhất.

✓ Tại các thời điểm 0 ms, 20 ms, 40 ms, 80 ms hoặc 100 ms thì suất điện động có giá trị cực đại, lúc này từ thông bằng 0.

✓ Tại các thời điểm 10 ms, 30 ms, 50 ms, 70 ms hoặc 90 ms thì suất điện động trong cuộn dây bằng 0, lúc này từ thông có độ lớn cực đại.

$$\text{b) Từ } \Phi = NBS \Rightarrow B_{\max} = \frac{\Phi_{\max}}{NS} = \frac{(2 \text{ Wb})}{500 \cdot (1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2)} = 0,25 \text{ T.}$$

## C. BÀI TẬP

### 1 | Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Trong các phát biểu sau, phát biểu nào là **đúng**?

- (1) Độ lớn từ thông qua một mạch kín càng lớn khi số lượng đường sức từ xuyên qua mạch kín này càng nhỏ.
- (2) Đơn vị của từ thông là tesla (T).
- (3) Khi từ thông qua mặt giới hạn bởi một khung dây dẫn kín biến thiên theo thời gian thì trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng.
- (4) Trong hiện tượng cảm ứng điện từ, dòng điện cảm ứng sinh ra trong một khung dây dẫn kín có tác dụng chống lại sự biến thiên từ thông qua chính khung dây đó.

**A** (1), (2).**B** (2), (3).**C** (3), (4).**D** (1),(4).**Lời giải.**Chọn đáp án **C** ..... **Câu 2.** Phát biểu nào sau đây về từ thông là **không đúng?**

- A** Từ thông là đại lượng vector, được xác định bằng số đường sức từ xuyên qua tiết diện của cuộn dây.
- B** Từ thông là đại lượng vô hướng, được sử dụng để diễn tả số đường sức từ xuyên qua diện tích  $S$  nào đó.
- C** Đơn vị của từ thông là weber, kí hiệu là Wb.
- D** Từ thông qua diện tích  $S$  nào đó bằng không khi vector pháp tuyến của diện tích  $S$  vuông góc với vector cảm ứng từ của từ trường.

**Lời giải.**Chọn đáp án **A** ..... **Câu 3.** Phát biểu nào sau đây là **đúng** khi nói về hiện tượng cảm ứng điện từ?

- A** Hiện tượng cảm ứng điện từ chỉ tồn tại trong khoảng thời gian có từ thông qua mạch kín biến thiên.
- B** Khi có từ thông biến thiên qua cuộn dây dẫn thì luôn có dòng điện cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây, ngay cả khi cuộn dây không kín.
- C** Hiện tượng cảm ứng điện từ không xảy ra trong khối vật dẫn, kể cả khi có từ thông biến thiên qua khối vật dẫn đó.
- D** Dòng điện cảm ứng chạy trong cuộn dây dẫn kín không gây ra tác dụng nhiệt đối với cuộn dây.

**Lời giải.**Chọn đáp án **A** ..... **Câu 4.** Cách nào sau đây **không làm** cho từ thông qua tiết diện vòng dây dẫn kín biến thiên?

- A** Quay vòng dây cắt ngang các đường cảm ứng từ của nam châm vĩnh cửu.
- B** Dịch chuyển nam châm sao cho các đường sức từ dịch chuyển song song với mặt phẳng khung dây.
- C** Đặt mặt phẳng cuộn dây cạnh nam châm điện xoay chiều.
- D** Cho nam châm vĩnh cửu rơi qua lòng cuộn dây.

**Lời giải.**Chọn đáp án **B** ..... **Câu 5.** Một vòng dây dẫn được đặt nằm theo phương ngang trong từ trường có cảm ứng từ  $\vec{B}$ , trong vòng dây dẫn xuất hiện dòng điện cảm ứng theo chiều kim đồng hồ (nhìn từ trên xuống mặt phẳng vòng dây). Phát biểu nào sau đây về độ lớn và chiều của cảm ứng từ là **đúng**?

- A** Có độ lớn không đổi, hướng thẳng đứng xuống dưới.
- B** Có độ lớn không đổi, hướng thẳng đứng lên trên.
- C** Có độ lớn tăng dần, hướng thẳng đứng xuống dưới.
- D** Có độ lớn giảm dần, hướng thẳng đứng xuống dưới.

**Lời giải.**Chọn đáp án **D** ..... **Câu 6.** Một học sinh đo cường độ dòng điện chạy trong ống dây khi di chuyển cực bắc của thanh nam châm lại gần ống dây. Cường độ dòng điện sẽ tăng khi

- A** sử dụng thanh nam châm mạnh hơn.
- C** di chuyển cuộn dây, giữ yên nam châm.

- B** di chuyển nam châm theo hướng ngược lại.
- D** di chuyển cực nam của thanh nam châm.



**Lời giải.**

Chọn đáp án **A** .....

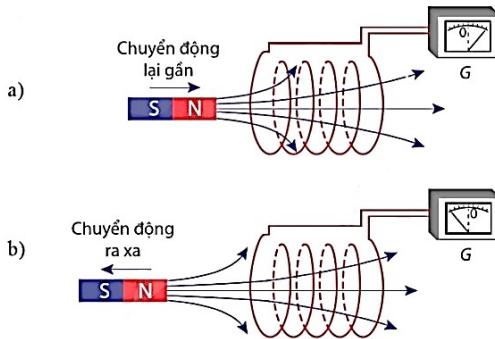
**Câu 7.** Cách nào sau đây **không** tạo ra suất điện động cảm ứng?

- A** Di chuyển một dây dẫn giữa các cực của nam châm.
- B** Di chuyển một thanh nam châm ra khỏi một ống dây dẫn.
- C** Giữ cố định một dây dẫn giữa hai cực của nam châm.
- D** Làm quay một khung dây dẫn trong từ trường.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....

**Câu 8.** Ở thí nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ theo thiết kế thí nghiệm hình bên. Khi tăng tốc độ di chuyển thanh nam châm, dòng điện trong ống dây



Hình 3.3. Nam châm và ống dây chuyển động đối với nhau

- A** có độ lớn tăng lên.
- C** có độ lớn không đổi.

- B** có độ lớn giảm đi.
- D** đảo ngược chiều.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **A** .....

**Câu 9.** Ví dụ nào sau đây **không phải** là ví dụ về cảm ứng điện từ?

- A** Một khung dây quay trong từ trường sẽ tạo ra suất điện động trong khung dây dẫn đó.
- B** Một nam châm di chuyển lại gần và ra xa ống dây dẫn sẽ tạo ra một điện áp trong ống dây dẫn đó.
- C** Một dây dẫn có dòng điện chịu một lực khi được đặt giữa hai cực của một nam châm.
- D** Một sự chênh lệch điện thế được tạo ra trên một dây dẫn chuyển động trong từ trường.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....

**Câu 10.** Phát biểu nào sau đây nói đến hiện tượng cảm ứng điện từ?

- A** Sự tạo ra suất điện động qua một dây dẫn khi không có chuyển động giữa dây dẫn và từ trường.
- B** Sự tạo ra suất điện động qua một dây dẫn khi có sự chuyển động tương đối giữa dây dẫn và dòng điện cảm ứng.
- C** Sự tạo ra suất điện động qua một dây dẫn khi không có chuyển động giữa dây dẫn và dòng điện cảm ứng.
- D** Sự tạo ra suất điện động qua một dây dẫn khi có chuyển động tương đối giữa dây dẫn và từ trường.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **D** .....

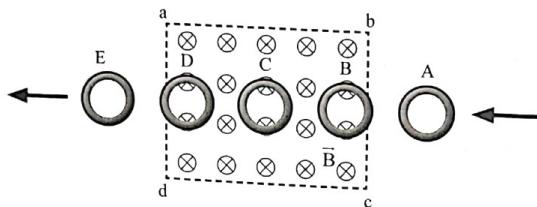
**Câu 11.** Trong hiện tượng cảm ứng điện từ, suất điện động cảm ứng sinh ra do sự biến thiên của từ thông theo thời gian được xác định bằng biểu thức

- A**  $e = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ .
- B**  $e = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ .
- C**  $e = -N \Delta \Phi \Delta t$ .
- D**  $e = N \Delta \Phi \Delta t$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 12.** Xét một vòng kim loại đang chuyển động đều từ A đến E như hình 3.22. Trong quá trình chuyển động, vòng đi vào vùng từ trường đều abcd có các đường sức từ vuông góc với mặt phẳng vòng dây. Trong quá trình chuyển động, số lượng đường sức từ xuyên qua vòng kim loại này giảm dần trong giai đoạn nào?



Hình 3.22:

**(A)** Từ A đến B.

**(B)** Từ B đến C.

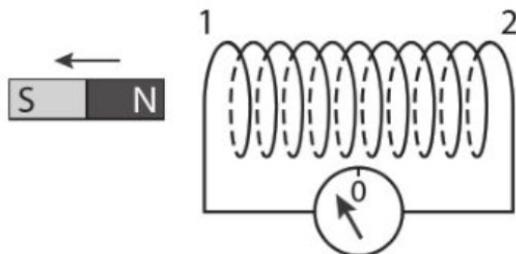
**(C)** Từ C đến D.

**(D)** Từ D đến E.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(D)** .....

**Câu 13.** Khi nam châm dịch chuyển ra xa ống dây, trong ống dây có dòng điện cảm ứng. Nếu nhìn từ phía thanh nam châm vào đầu ống dây, phát biểu nào sau đây là **đúng**?



**(A)** Dòng điện chạy theo chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực bắc của ống dây và hút cực bắc của thanh nam châm.

**(B)** Dòng điện chạy ngược chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực bắc của ống dây và đẩy cực nam của thanh nam châm.

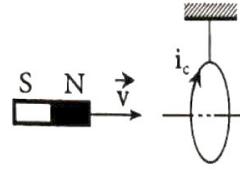
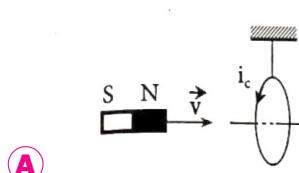
**(C)** Dòng điện chạy ngược chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực nam của ống dây và đẩy cực nam của thanh nam châm.

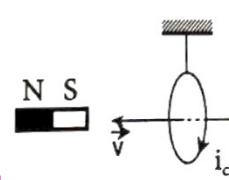
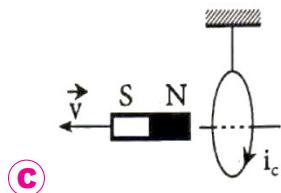
**(D)** Dòng điện chạy theo chiều kim đồng hồ, đầu 1 là cực nam của ống dây và hút cực bắc của thanh nam châm.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(D)** .....

**Câu 14.** Trường hợp nào trong hình bên dưới xác định đúng chiều dòng điện cảm ứng trong vòng dây dẫn kín?

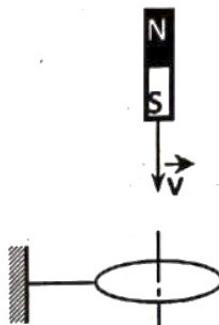




**Lời giải.**

Chọn đáp án **B** .....

**Câu 15.** Khi cho nam châm rơi qua vòng dây như hình 3.23.



Hình 3.23:

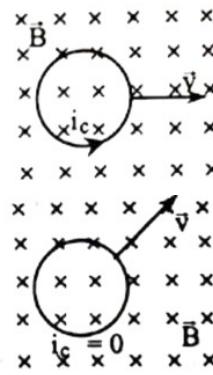
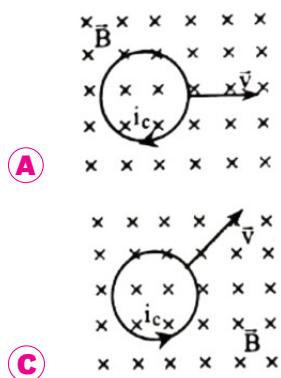
Nhận xét nào sau đây là **đúng** nếu nhìn vòng dây theo hướng từ dưới lên?

- A** Lúc đầu, dòng điện cảm ứng cùng chiều kim đồng hồ. Khi nam châm xuyên qua vòng dây, dòng điện cảm ứng đổi chiều ngược chiều kim đồng hồ.
- B** Lúc đầu, dòng điện cảm ứng ngược chiều kim đồng hồ. Khi nam châm xuyên qua vòng dây, dòng điện cảm ứng không đổi chiều.
- C** Không có dòng điện cảm ứng trong vòng dây khi nam châm đi vào hoặc đi ra khỏi vòng dây.
- D** Dòng điện cảm ứng xuất hiện trong vòng dây luôn cùng chiều kim đồng hồ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **A** .....

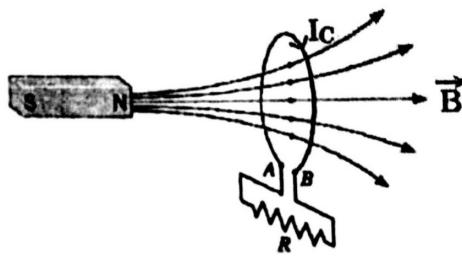
**Câu 16.** Trường hợp nào trong hình bên dưới mô tả đúng chiều của dòng điện cảm ứng  $i_c$  khi cho vòng dây tịnh tiến với vận tốc  $\vec{v}$  trong từ trường đều?



**Lời giải.**

Chọn đáp án **D** .....

**Câu 17.** Dòng điện cảm ứng  $I_c$  trong vòng dây có chiều như hình vẽ, lúc này



- (A) từ trường của nam châm đang tăng đều.  
(C) nam châm đang đứng yên.

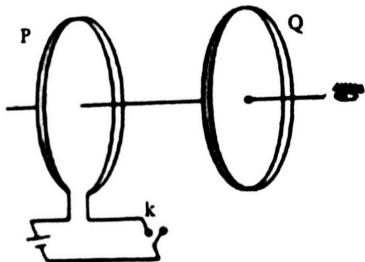
- (B) nam châm đang rời xa cuộn dây.  
(D) nam châm đang đến gần cuộn dây.

**Lời giải.**

Chiều dòng điện  $I_c$  cùng chiều kim đồng hồ nên cảm ứng từ  $\vec{B}_c$  hướng vào khung dây và cùng chiều  $\vec{B}$   $\Rightarrow$  từ thông qua khung khung đang giảm  $\rightarrow$  nam châm đang ra xa khung dây.

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 18.** Cho P và Q là hai vòng dây dẫn đồng trực đặt cách nhau một khoảng như hình. Khi khoá k đóng, dòng điện chạy cùng chiều kim đồng hồ trong P và có dòng cảm ứng  $i_{c1}$  chạy trong Q. Sau đó, mở khoá k, có dòng cảm ứng  $i_{c2}$  chạy trong Q. Khi đó chiều của  $i_{c1}$  và chiều của  $i_{c2}$  lần lượt là



- (A) cùng chiều và ngược chiều kim đồng hồ.  
(C) đều ngược chiều kim đồng hồ.

- (B) đều cùng chiều kim đồng hồ.  
(D) ngược chiều và cùng chiều kim đồng hồ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 19.** Một khung dây gồm 1000 vòng, mỗi vòng có diện tích là  $80 \text{ cm}^2$ . Khung dây được đặt trong từ trường đều sao cho vector cảm ứng từ vuông góc với vector đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng vòng dây. Độ lớn cảm ứng từ là  $0,8 \text{ T}$ . Quay khung dây quanh trục quay vuông góc với vector cảm ứng từ thì trong khung dây xuất hiện suất điện động cảm ứng trung bình có độ lớn  $6,4 \text{ V}$ . Sau khoảng thời gian 1 s tính từ lúc khung dây bắt đầu quay, góc hợp bởi vector cảm ứng từ và mặt phẳng khung dây có thể nhận giá trị nào dưới đây?

(A)  $90^\circ$ .

(B)  $0^\circ$ .

(C)  $30^\circ$ .

(D)  $45^\circ$ .

**Lời giải.**

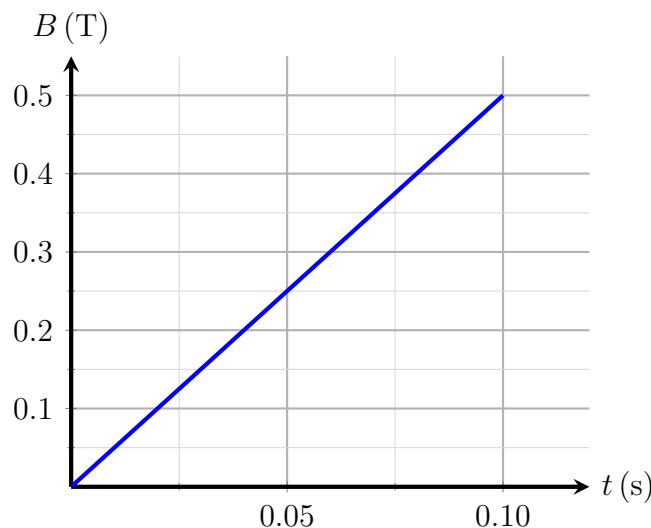
Từ biểu thức xác định độ lớn suất điện động cảm ứng trung bình, ta có:

$$\begin{aligned}|e| &= N \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = N \left| \frac{BS (\cos \alpha - \cos 90^\circ)}{\Delta t} \right| \\ \Rightarrow |\cos \alpha| &= \frac{|e| \Delta t}{NBS} = \frac{6,4 \cdot 1}{1000 \cdot 0,8 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = 1, \text{ suy ra: } \alpha = k \cdot 180^\circ (k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots) \\ \Rightarrow \alpha &= 0^\circ\end{aligned}$$

Vậy góc hợp bởi vector cảm ứng từ và mặt phẳng khung dây là  $90^\circ$ .

Chọn đáp án (A) .....

**Câu 20.** Một vòng dây kín có diện tích  $50 \text{ dm}^2$  đặt trong từ trường đều sao cho vector cảm ứng từ song song và cùng chiều với vector đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng vòng dây. Độ lớn cảm ứng từ biến thiên theo thời gian như đồ thị trong hình 3.24. Độ lớn suất điện động cảm ứng sinh ra trong vòng dây bằng bao nhiêu?



Hình 3.24:

(A) 2,5 V.

(B) -5 V.

(C) -2,5 V.

(D) 5 V.

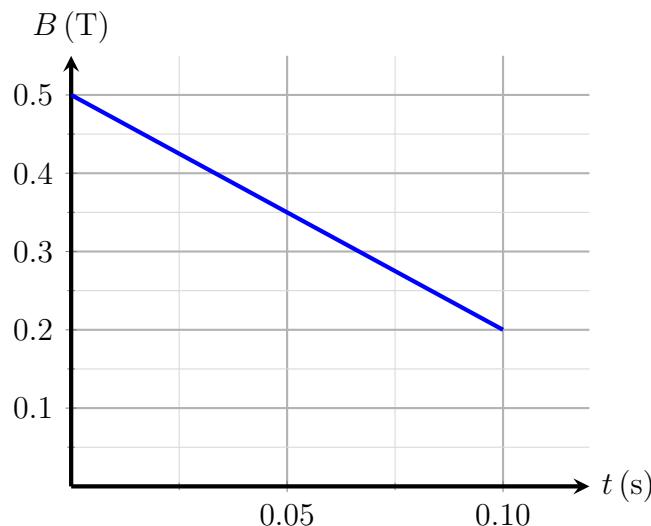
**Lời giải.**

Độ lớn suất điện động cảm ứng sinh ra trong vòng dây là:

$$|e| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{S \Delta B}{\Delta t} \right| = \left| \frac{0,5 \cdot 0,5}{0,1} \right| = 2,5 \text{ V}$$

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 21.** Một khung dây dẫn kín hình vuông có cạnh dài 10 cm gồm 500 vòng được đặt trong từ trường đều sao cho vector đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng khung dây cùng phương cùng chiều với vector cảm ứng từ. Điện trở suất và tiết diện của dây kim loại có giá trị lần lượt là  $2 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  và  $0,4 \text{ mm}^2$ . Giá trị cảm ứng từ biến thiên theo thời gian như đồ thị trong hình 3.25. Công suất toả nhiệt sinh ra trong khung dây có giá trị bao nhiêu?



Hình 3.25:

**A** 225 mW.**B** 22,5 W.**C** 0,09 mW.**D** 9 W.**Lời giải.**

Dộ lớn suất điện động cảm ứng sinh ra trong khung dây là:

$$|e| = N \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = NS \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = 500 \cdot 0,1^2 \cdot \left| \frac{0,2 - 0,5}{0,1} \right| = 15 \text{ V}$$

Gọi tiết diện của dây kim loại là  $S'$ . Điện trở của dây kim loại trong khung dây là:

$$R = \rho \frac{\ell}{S'} = 2 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{500 \cdot 0,1 \cdot 4}{0,4 \cdot 10^{-6}} = 10 \Omega.$$

Công suất toả nhiệt trong khung dây:  $\mathcal{P} = \frac{|e|^2}{R} = \frac{15^2}{10} = 22,5 \text{ W}$ .

Chọn đáp án **B** ..... □

**Câu 22.** Một khung dây dẫn kín có 500 vòng được đặt trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ là 0,4 T. Diện tích mỗi vòng dây là 50 cm<sup>2</sup>. Cho khung dây quay đều quanh trục vuông góc với vector cảm ứng từ với tốc độ góc là  $\frac{\pi}{3}$  rad/s. Nối khung dây với tụ điện thì tụ điện tích được một lượng điện tích là 3 μC. Giả sử điện trở của khung dây là không đáng kể và ban đầu vector cảm ứng từ cùng phương, cùng chiều với vector đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng khung dây. Điện dung của tụ điện có giá trị là

**A** 3 F.**B** 3 μF.**C** 6 F.**D** 6 μF.**Lời giải.**

Khung dây quay đều quanh trục vuông góc với vector cảm ứng từ với tốc độ góc là  $\frac{\pi}{3}$  rad/s, nghĩa là trong 1s khung dây quay được một góc là  $\frac{\pi}{3}$  rad.

Dộ lớn suất điện động cảm ứng trung bình sinh ra trong khung dây có giá trị là:

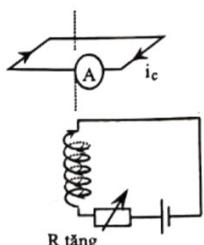
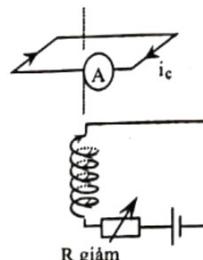
$$\begin{aligned} |e| &= N \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = N \left| \frac{BS[\cos(\alpha + \omega t) - \cos \alpha]}{\Delta t} \right| \\ &= 500 \left| \frac{0,4 \cdot 5 \cdot 10^{-3} (\cos \frac{\pi}{3} - \cos 0)}{1} \right| = 0,5 \text{ V} \end{aligned}$$

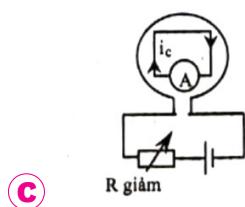
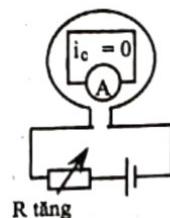
Vì khung dây có điện trở không đáng kể nên  $|e| = U$ . Từ công thức tính điện tích của tụ điện, suy ra:

$$Q = CU \Rightarrow C = \frac{Q}{U} = \frac{3}{0,5} = 6 \mu\text{F}.$$

Chọn đáp án **D** ..... □

**Câu 23.** Trường hợp nào trong hình bên dưới xác định đúng chiều dòng điện cảm ứng trong khung dây dẫn?

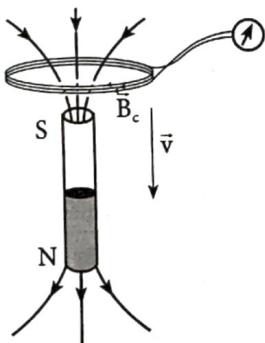
**A****B**

Chọn đáp án **(A)** ..... 

**Lời giải.**

## 2 | Trắc nghiệm đúng/sai

**Câu 1.** Nối hai đầu cuộn dây dẫn kín với điện kế và cho chuyển động rơi tự do qua một nam châm như hình 3.26. Biết cảm ứng từ, đường sức từ của nam châm được mô tả như hình vẽ và khi bắt đầu chuyển động, kim điện kế chỉ vạch số 0.



Hình 3.26:

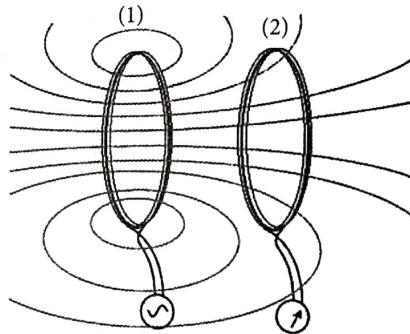
Các nhận định sau đây là đúng hay sai?

Phát biểu	D	S
a) Cuộn dây rơi tự do nên kim điện kế không bị lệch khỏi vạch số 0 khi đi qua đầu trên của nam châm.		X
b) Thời điểm cuộn dây rơi đến giữa nam châm thì kim điện kế bị lệch xa nhất khỏi vạch số 0.		X
c) Thời điểm cuộn dây rơi ra khỏi đầu dưới của nam châm thì kim điện kế chỉ vạch số 0.		X
d) Chiều dòng điện cảm ứng xuất hiện tại thời điểm cuộn dây đi vào nam châm và cuộn dây đi ra khỏi nam châm là như nhau.		X

**Lời giải.**

Chọn đáp án **[a sai | b sai | c sai | d sai]** .....

**Câu 2.** Đặt hai cuộn dây dẫn kín cạnh nhau, như hình 3.27. Một cuộn nối với nguồn điện. Một cuộn nối với điện kế, khi không có dòng điện chạy trong cuộn dây thì kim điện kế chỉ vạch số 0.



Hình 3.27:

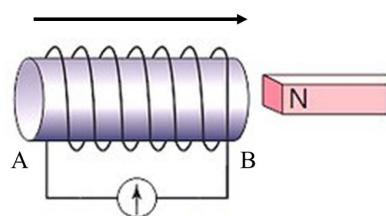
Các nhận định sau đây là đúng hay sai?

Phát biểu	D	S
a) Kim điện kế bị lệch khỏi vạch số 0 khi nguồn điện là nguồn xoay chiều.	(X)	
b) Kim điện kế bị lệch khỏi vạch số 0 khi nguồn điện là nguồn điện một chiều.		X
c) Mắc cuộn dây với nguồn điện một chiều và dịch chuyển cuộn dây ra xa thì kim điện kế không bị lệch khỏi vạch số 0.		X
d) Mắc cuộn dây (1) với nguồn một chiều và dùng tay bóp bẹp cuộn dây 2 thì kim điện kế sẽ bị lệch khỏi vạch số 0.	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c sai | d đúng] .....

**Câu 3.** Một cuộn dây đồng gồm nhiều vòng đặt gần một nam châm thẳng.



Cuộn dây được di chuyển theo hướng mũi tên thể hiện trong sơ đồ.

Phát biểu	D	S
a) Dòng điện cảm ứng trong cuộn dây chạy từ B đến A.		X
b) Nếu đổi cực nam châm thì trong cuộn dây sẽ không có dòng điện cảm ứng.		X
c) Khi di chuyển cuộn dây nhanh lên thì dòng điện trong cuộn dây sẽ tăng lên.	(X)	
d) Nếu cho cuộn dây và nam châm di chuyển cùng chiều với cùng tốc độ thì dòng điện cảm ứng trong cuộn dây là dòng điện không đổi.		X

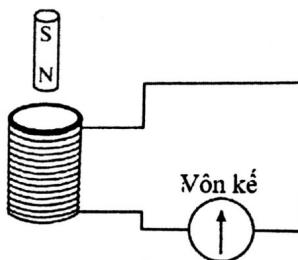
**Lời giải.**

- a) Sai. Di chuyển cuộn dây lại gần nam châm thì từ thông qua cuộn dây tăng nên dòng điện cảm ứng trong cuộn dây có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra ngược chiều từ trường của nam châm. Do  $\vec{B}$  của nam châm hướng sang trái nên  $\vec{B}_c$  do dòng điện cảm ứng trong cuộn dây sinh ra hướng sang phải  $\Rightarrow$  Mặt B của cuộn dây là mặt Bắc và mặt A của cuộn dây là mặt Nam  $\rightarrow$  Dòng điện cảm ứng cùng chiều kim đồng hồ nhìn từ mặt A nên chạy từ A đến B.

- b) Sai. Khi đổi cực nam châm và cuộn dây di chuyển lại gần nam châm thì từ thông qua cuộn dây vẫn biến thiên và sinh ra dòng điện cảm ứng.
- c) Đúng. Khi di chuyển cuộn dây nhanh lên thì tốc độ biến thiên từ thông qua cuộn dây sẽ tăng lên → dòng điện trong cuộn dây sẽ tăng lên.
- d) Sai. Lúc này không có sự biến thiên từ thông qua cuộn dây nên không có dòng điện cảm ứng.

Chọn đáp án [ a sai | b sai | c đúng | d sai ] .....

**Câu 4.** Một cuộn dây được nối với vôn kế, một nam châm được giữ phía trên cuộn dây.



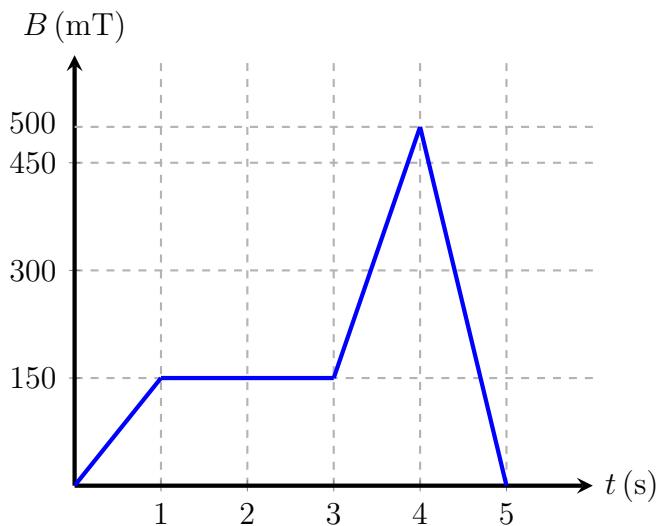
Phát biểu	D	S
a) Khi thả cho nam châm rơi vào cuộn dây, kim vôn kế bị lệch.	(X)	
b) Nếu nam châm được thả từ độ cao lớn hơn, số chỉ cực đại trên vôn kế vẫn như khi nam châm được thả từ độ cao thấp hơn.	X	
c) Khi cuộn dây có nhiều vòng dây hơn, số chỉ trên vôn kế sẽ giảm.	X	
d) Nếu cực Nam của nam châm đi vào cuộn dây trước, kim chỉ trên vôn kế vẫn lệch như khi cực Bắc của nam châm rơi vào cuộn dây trước.	X	

#### 💬 Lời giải.

- a) Đúng. Khi nam châm rơi, từ thông qua cuộn dây thay đổi, sinh ra dòng điện cảm ứng. Sự thay đổi này gây ra suất điện động cảm ứng làm kim vôn kế lệch.
- b) Sai. Khi nam châm rơi từ độ cao lớn hơn, nó sẽ tăng tốc khi đi qua cuộn dây do đó tốc độ thay đổi từ thông tăng lên làm tăng số chỉ cực đại trên vôn kế.
- c) Sai. Cuộn dây có nhiều vòng dây hơn sẽ tạo ra suất điện động cảm ứng lớn hơn khi nam châm di chuyển qua, dẫn đến số chỉ trên vôn kế sẽ tăng.
- d) Sai. Số chỉ trên vôn kế sẽ ngược lại.

Chọn đáp án [ a đúng | b sai | c sai | d sai ] .....

**Câu 5.** Một khung kim loại hình tròn đường kính 5 cm được đặt trong vùng từ trường đều có các đường sức từ vuông góc với mặt phẳng khung dây. Hai đầu của khung dây được nối với một bóng đèn nhỏ tạo thành mạch kín. Lấy  $\pi \approx 3,14$ ; biết điện trở của khung kim loại và bóng đèn lần lượt là  $R_1 = 2\Omega$  và  $R_2 = 1\Omega$ . Tại thời điểm ban đầu ( $t = 0$  s), người ta bắt đầu thay đổi độ lớn cảm ứng từ theo đồ thị như hình 3.28. Trong mỗi phát biểu sau, em hãy chọn đúng hoặc sai.



Hình 3.28:

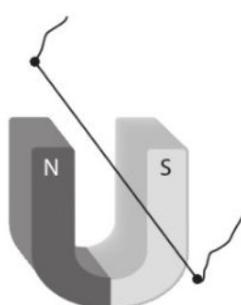
Phát biểu	D	S
a) Tại thời điểm $t = 0$ s, không có từ thông xuyên qua khung kim loại.	(X)	
b) Tổng thời gian đèn sáng trong quá trình thay đổi nói trên là 3 s.	(X)	
c) Mặc dù dòng điện cảm ứng chạy qua đèn trong khoảng thời gian từ $t = 3$ s đến $t = 4$ s và từ $t = 4$ s đến $t = 5$ s ngược chiều nhau nhưng cường độ dòng điện có cùng độ lớn.	X	
d) Suất điện động cảm ứng sinh ra trong khoảng thời gian từ $t = 0$ s đến $t = 1$ s là $1,1775 \cdot 10^{-3}$ V.	X	
e) Độ sáng của đèn trong khoảng thời gian từ $t = 0$ s đến $t = 1$ s mạnh hơn trong khoảng thời gian từ $t = 3$ s đến $t = 4$ s.	X	
f) Nhiệt lượng tỏa ra trên bóng đèn trong một giây cuối cùng của quá trình thay đổi độ lớn cảm ứng từ xấp xỉ $1,1 \cdot 10^{-7}$ J.	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [ a đúng | b đúng | c sai | d sai | e sai | f đúng ] .....

### 3 | Tự luận

**Câu 1.** Đoạn dây dẫn ở hình 3.29 là một phần của mạch điện kín. Khi nâng đoạn dây dẫn thẳng đứng lên trên, trong đoạn dây xuất hiện dòng điện cảm ứng. Dòng điện cảm ứng trong đoạn dây dẫn sẽ thay đổi thế nào khi



Hình 3.29:

- a) Di chuyển đoạn dây dẫn thẳng đứng xuống dưới?
- b) Giữ đoạn dây dẫn nằm yên?
- c) Di chuyển đoạn dây dẫn song song với đường sức từ?

 **Lời giải.**

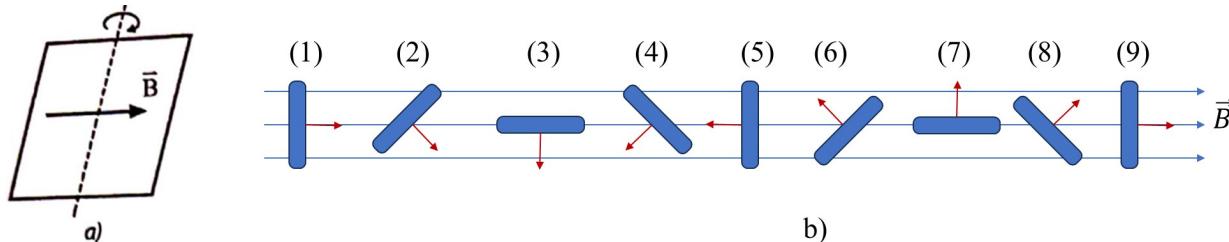
- a) Dòng điện đảo chiều.
- b) Không có dòng điện cảm ứng.
- c) Không có dòng điện cảm ứng.

**Câu 2.** Giải thích vì sao thời gian quay của một đĩa nhôm giữa hai cực từ của một nam châm lại nhỏ hơn khi không có nam châm?

 **Lời giải.**

Dòng điện xoáy sinh ra trong đĩa tạo ra từ trường cản trở chuyển động.

**Câu 3.** Cho một khung kim loại gồm 1000 vòng dây có diện tích  $25 \text{ cm}^2$  quay quanh trục trong một từ trường đều với độ lớn cảm ứng từ là  $0,01 \text{ T}$  như hình 3.30a. Hình 3.30b biểu diễn vị trí của khung tại một số thời điểm khác nhau trong quá trình quay so với vector cảm ứng từ. Giá trị góc  $\alpha$  hợp bởi vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  và vector đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng khung dây  $\vec{n}$  tại một số thời điểm được ghi lại trong bảng bên dưới. Hãy xác định giá trị của từ thông tương ứng với các trường hợp được liệt kê trong hình 3.28.



Hình 3.30:

Thời điểm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
$\alpha$	$0^\circ$	$45^\circ$	$90^\circ$	$135^\circ$	$180^\circ$	$135^\circ$	$90^\circ$	$45^\circ$	$0^\circ$
$\Phi (\text{Wb})$									

 **Lời giải.**

Áp dụng công thức  $\Phi = NBS \cos \alpha$ , ta được các giá trị của từ thông trong bảng sau:

Thời điểm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
$\alpha$	$0^\circ$	$45^\circ$	$90^\circ$	$135^\circ$	$180^\circ$	$135^\circ$	$90^\circ$	$45^\circ$	$0^\circ$
$\Phi (\text{Wb})$	0,025	$\frac{\sqrt{2}}{80}$	0	$-\frac{\sqrt{2}}{80}$	-0,025	$-\frac{\sqrt{2}}{80}$	0	$\frac{\sqrt{2}}{80}$	0,025

**Câu 4.** Xét một sóng điện từ đang lan truyền trong không gian với thành phần điện trường tại một điểm A biến thiên điều hoà theo phương trình  $E = 1,5 \sin(120t + \pi) \text{ (V/m)}$ .

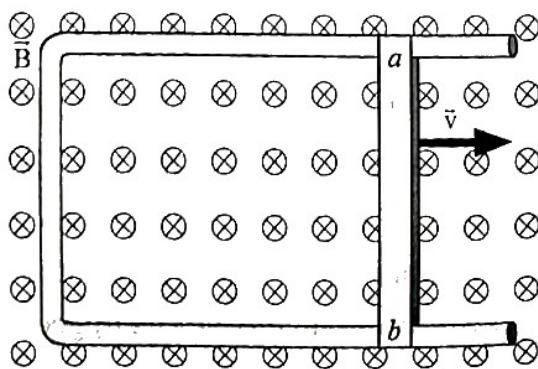
- a) Hãy xác định tần số góc và pha ban đầu trong sự biến thiên của thành phần từ trường tại điểm A.

- b) Tại thời điểm  $t$ , cường độ điện trường tại A có giá trị  $1,5 \text{ V/m}$ . Sau khoảng thời gian bằng một phần tư chu kì thì cảm ứng từ tại điểm đó có giá trị bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

- a) Vì cả hai thành phần điện trường và từ trường trong sóng điện từ biến thiên cùng tần số, cùng pha với nhau nên tần số góc và pha ban đầu cần tìm lần lượt là  $\omega = 120 \text{ rad/s}$  và  $\varphi = \pi \text{ rad}$ .
- b) Ta thấy tại thời điểm  $t$  cường độ điện trường đang đạt giá trị cực đại, suy ra thành phần từ trường cũng đạt giá trị cực đại. Do đó, sau một phần tư chu kỳ truyền sóng thì giá trị của cảm ứng từ tại điểm đó sẽ bằng không.

**Câu 5.** Cho một thanh kim loại ab đang được kéo đều trên đường ray dẫn điện. Cả hệ thống đường ray và thanh ab đang được đặt trong vùng từ trường đều có hướng vuông góc với mặt phẳng khung và có chiều như hình 3.31. Trong quá trình thanh di chuyển, từ trường sinh ra bởi dòng điện cảm ứng có chiều hướng như thế nào? Vì sao?

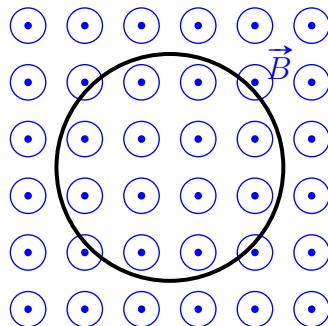


Hình 3.31:

**Lời giải.**

Khi thanh kim loại ab chuyển động sang phải, diện tích giới hạn bởi đường ray và thanh kim loại tăng lên làm cho từ thông tăng dần. Theo định luật Lenz về hiện tượng cảm ứng điện từ, dòng điện cảm ứng sinh ra có chiều chống lại nguyên nhân sinh ra nó, tức là từ trường sinh ra bởi dòng điện này phải có tác dụng làm giảm sự tăng lên của từ thông. Chính vì vậy các đường sức từ của từ trường do dòng điện cảm ứng sinh ra hướng ngược lại với các đường sức từ ban đầu.

**Câu 6.** Một dây dẫn bằng sắt được uốn thành vòng tròn và đang được đặt trong vùng từ trường đều với các đường sức từ hướng vuông góc với mặt phẳng vòng dây như hình 3.32. Hãy mô tả chiều của dòng điện cảm ứng sinh ra trong các trường hợp dưới đây:



Hình 3.32:

- a) Trường hợp 1: Độ lớn cảm ứng từ được điều chỉnh giảm dần theo thời gian.

- b) Trường hợp 2: Độ lớn cảm ứng từ được điều chỉnh tăng dần theo thời gian.
- c) Trường hợp 3: Từ vị trí ban đầu, tịnh tiến vòng kim loại sang trái (vòng kim loại vẫn nằm trong vùng từ trường).

**Lời giải.**

- a) Sự giảm dần của độ lớn cảm ứng từ dẫn đến số đường sức từ xuyên qua mặt phẳng vòng dây giảm dần, do đó từ thông qua vòng dây giảm và trong vòng dây xuất hiện dòng điện cảm ứng. Từ trường sinh ra bởi dòng điện cảm ứng sẽ hướng vuông góc với mặt phẳng vòng kim loại và hướng ra khỏi mặt giấy (theo định luật Lenz về hiện tượng cảm ứng điện từ). Dựa vào quy tắc nắm tay phải, dòng điện cảm ứng sẽ hướng ngược chiều kim đồng hồ.
- b) Lập luận tương tự như câu a, ta thấy lúc này dòng điện cảm ứng hướng cùng chiều kim đồng hồ.
- c) Vì từ thông xuyên qua vòng dây không đổi theo thời gian nên không có dòng điện cảm ứng xuất hiện trong vòng kim loại.

**Câu 7.** Một hình vuông cạnh 5 cm đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 8 \cdot 10^{-4}$  T. Từ thông qua hình vuông đó bằng  $10^{-6}$  Wb. Tính góc hợp bởi vector cảm ứng từ với mặt phẳng của hình vuông đó.

**Lời giải.**

Diện tích khung dây:  $S = 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .

Áp dụng công thức tính từ thông:  $\Phi = BS \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \pm \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ .

Trong đó  $\alpha$  là góc tạo bởi vector pháp tuyến của mặt phẳng hình vuông và vector cảm ứng từ, nên góc tạo bởi vector cảm ứng từ với mặt phẳng hình vuông là:  $\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi}{6}$  rad hoặc  $\frac{5\pi}{6}$  rad.

Do góc hợp bởi vector cảm ứng từ với mặt phẳng của hình vuông là góc nhọn, nên chọn  $\beta = \frac{\pi}{6}$  rad.

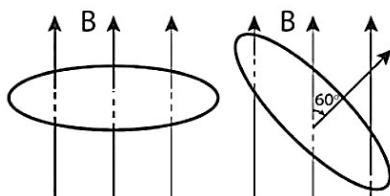
**Câu 8.** Một khung dây dẫn gồm 200 vòng có diện tích  $8,5 \text{ cm}^2$  và mặt phẳng khung dây vuông góc với cảm ứng từ có độ lớn thay đổi từ  $0,03 \text{ T}$  đến  $0,12 \text{ T}$  trong  $15 \text{ ms}$ . Tính độ lớn suất điện động cảm ứng trong khung dây.

**Lời giải.**

Độ lớn suất điện động cảm ứng:

$$|e| = \left| \frac{NS\Delta B}{\Delta t} \right| = 1,02 \text{ V.}$$

**Câu 9.** Một vòng dây dẫn phẳng hình tròn có diện tích  $S = 30 \text{ cm}^2$  ở trong một từ trường đều có  $B = 0,2 \text{ T}$ . Trong  $0,5 \text{ s}$  vòng dây quay đều được một góc  $60^\circ$ . Tìm:



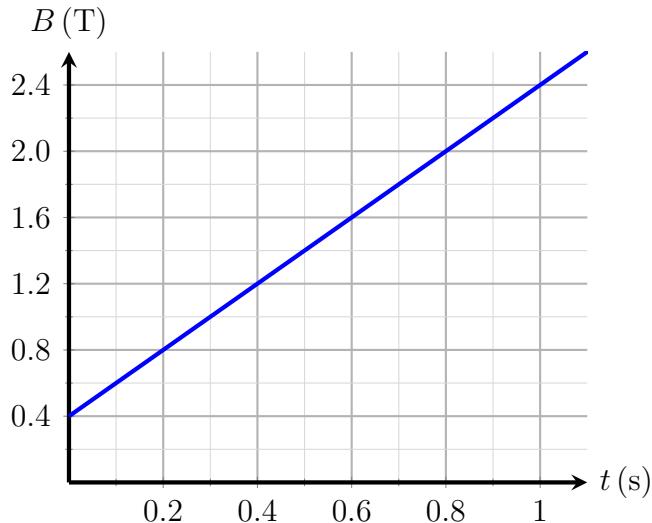
- a) độ lớn suất điện động cảm ứng trong vòng dây.
- b) chiều của dòng điện cảm ứng trong vòng dây.

**Lời giải.**

- a)  $6 \cdot 10^{-4} \text{ V}$

b) dòng điện có hướng ngược chiều kim đồng hồ (nhìn từ trên xuống vòng dây).

**Câu 10.** Một khung dây kín có 100 vòng, mỗi vòng có diện tích là  $80 \text{ dm}^2$ . Vòng dây được đặt trong từ trường đều sao cho vector cảm ứng từ hợp với vector đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng khung dây một góc  $\alpha$ . Độ lớn cảm ứng từ biến thiên theo thời gian như đồ thị trong hình 3.33. Độ lớn suất điện động cảm ứng trong vòng dây có giá trị là 40 V. Góc  $\alpha$  có giá trị là bao nhiêu?



Hình 3.33:

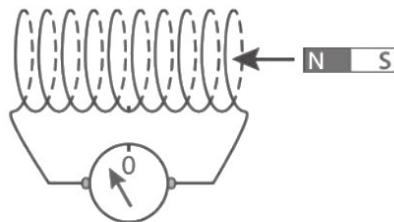
💬 **Lời giải.**

Từ biểu thức tính độ lớn suất điện động cảm ứng, ta suy ra giá trị của góc hợp bởi vector cảm ứng từ và vector đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng khung dây như sau:

$$|e| = N \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = N \frac{|\Delta B|S \cos \alpha}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{|e| \Delta t}{N |\Delta B| S} = \frac{40 \cdot 1}{100 \cdot 2 \cdot 0,8} = 0,25 \Rightarrow \alpha \approx 75,5^\circ$$

**Câu 11.** Một nhóm học sinh dùng ống dây nối với điện kế nhạy có điểm 0 ở giữa để làm thí nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ. Họ di chuyển một thanh nam châm lại gần một đầu ống dây như hình 3.34. Kim của điện kế lệch sang trái.



Hình 3.34:

- a) Giải thích tại sao kim của điện kế di chuyển.
- b) Hãy đề xuất cách làm cho kim điện kế lệch sang phải.
- c) Nêu cách làm thế nào để có được số chỉ lớn hơn trên điện kế.
- d) Cho biết số chỉ của điện kế sẽ thế nào nếu giữ nam châm đứng yên trong ống dây.

 **Lời giải.**

- a) Ống dây và từ trường đang chuyển động tương đối với nhau, do đó xuất hiện một suât điện động cảm ứng trong ống dây.
- b) Di chuyển nam châm ra khỏi ống dây hoặc di chuyển ống dây ra khỏi nam châm hoặc đưa cực nam của nam châm vào cùng một đầu của ống dây hoặc đưa cực bắc của nam châm vào đầu kia của ống dây.
- c) Di chuyển nam châm nhanh hơn hoặc sử dụng nam châm mạnh hơn hoặc tăng số vòng trên một đơn vị chiều dài của ống dây.
- d) Kim chỉ số 0.

**Câu 12.** Một cuộn dây dẫn kín, dẹt hình tròn, gồm  $N = 100$  vòng, mỗi vòng có bán kính  $r = 10\text{ cm}$ , mỗi mét chiều dài của dây dẫn có điện trở  $R_0 = 0,5\Omega$ . Cuộn dây đặt trong một từ trường đều có vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  vuông góc với mặt phẳng các vòng dây và có độ lớn  $B = 10^{-2}\text{ T}$  giảm đều đến 0 trong thời gian  $\Delta t = 10^{-2}\text{ s}$ . Tính cường độ dòng điện cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây.

 **Lời giải.**

Từ thông qua một vòng dây của cuộn dây là:  $\Phi = BS \cos \alpha$ , trong đó  $\alpha = 0$  và  $S = \pi r^2$ . Xét trong khoảng thời gian từ  $t_0 = 0$  đến thời điểm  $t$ , từ thông qua 1 vòng dây thay đổi từ  $\Phi_0$  đến  $\Phi_1$  ứng với cảm ứng từ là  $B_0 = 10^{-2}\text{ T}$  và  $B_t = 0$ .

Theo định luật Faraday ta có suât điện động cảm ứng qua  $N$  vòng dây của cuộn dây là:

$$e = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -NS \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

Cường độ dòng điện cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây là:  $i = \frac{e}{R}$

Trong đó,  $R = LR_0 = N2\pi r R_0$  là điện trở của khung dây.

$$\text{Do đó, } i = -N\pi r^2 \frac{\frac{\Delta B}{\Delta t}}{N2\pi r R_0} = -\frac{r}{2R_0} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\frac{0,1}{2 \cdot 0,5} \cdot \frac{0 - 10^{-2}}{10^{-2}} = 0,1\text{ A.}$$

**Câu 13.** Một khung dây dẫn hình vuông, cạnh  $a = 10\text{ cm}$ , đặt cố định trong từ trường đều có vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  vuông góc với mặt phẳng khung. Trong khoảng thời gian  $\Delta t = 0,05\text{ s}$ , cho độ lớn của  $B$  tăng đều từ 0 đến  $0,5\text{ T}$ . Xác định độ lớn của suât điện động cảm ứng xuất hiện trong khung.

 **Lời giải.**

Ta có  $\alpha = 0$  và  $N = 1$ ,

$$\text{nên } |e| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -S \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \left| -0,1^2 \cdot \frac{0,5}{0,05} \right| = 0,1\text{ V} = 100\text{ mV.}$$

**Câu 14.** Để giám sát quá trình hô hấp của bệnh nhân, các nhân viên y tế sử dụng một đai mỏng gồm 250 vòng dây kim loại quấn liên tiếp nhau được buộc xung quanh ngực của bệnh nhân như hình 3.35. Khi bệnh nhân hít vào, diện tích của các vòng dây tăng lên một lượng  $45\text{ cm}^2$ . Biết từ trường Trái Đất tại vị trí đang xét được xem gần đúng là đều và có độ lớn cảm ứng từ xấp xỉ  $56\mu\text{T}$ , các đường sức từ hợp với mặt phẳng cuộn dây một góc  $32^\circ$ . Giả sử thời gian để một bệnh nhân hít vào là  $1,5\text{ s}$ , hãy xác định độ lớn suât điện động cảm ứng trung bình sinh ra bởi cuộn dây trong quá trình nói trên.



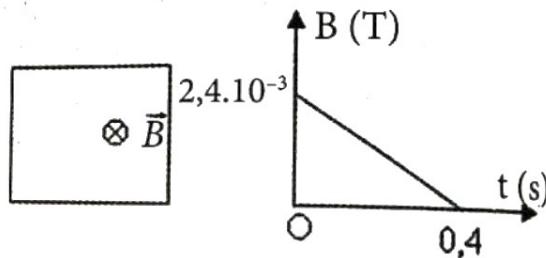
Hình 3.35:

**Lời giải.**

Dộ lớn suất điện động cảm ứng trung bình sinh ra trong quá trình hít vào là:

$$|e| = N \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = N \left| \frac{B \Delta S \cos \alpha}{\Delta t} \right| = \left| \frac{250 \cdot 56 \cdot 10^{-6} \cdot 45 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(90^\circ - 32^\circ)}{1,5} \right| \approx 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ V.}$$

**Câu 15.** Một khung dây cứng, phẳng diện tích  $25 \text{ cm}^2$ , gồm 10 vòng dây. Khung dây được đặt trong từ trường đều. Khung dây nằm trong mặt phẳng như hình 3.36. Cảm ứng từ biến thiên theo thời gian như đồ thị.



Hình 3.36:

- Tính độ biến thiên của từ thông qua khung dây kể từ lúc  $t = 0$  đến  $t = 0,4 \text{ s}$ .
- Xác định suất điện động cảm ứng trong khung.
- Tìm chiều của dòng điện cảm ứng trong khung.

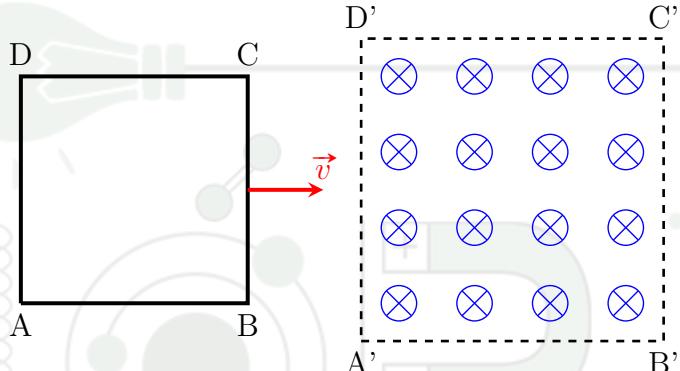
**Lời giải.**

- Tại thời điểm  $t_0 = 0$  thì  $B_0 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ ; thời điểm  $t = 0,4 \text{ s}$  thì  $B_t = 0 \text{ T}$  và góc  $\alpha = 0$ . Do đó, ta có  $\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_0 = NS \cdot \Delta B = 10 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot (-2,4 \cdot 10^{-3}) = -6 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$ .
- Theo định luật Faraday ta có:

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{6 \cdot 10^{-5}}{0,4} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ V} = 0,15 \text{ mV.}$$

- c) Cảm ứng từ  $B$  giảm nên theo định luật Lenz cảm ứng từ do dòng điện cảm ứng sinh ra sẽ cùng chiều với cảm ứng từ  $B$ . Theo quy tắc bàn tay phải, tìm được chiều dòng điện cảm ứng theo chiều kim đồng hồ chạy trong cuộn dây.

**Câu 16.** Một khung dây kín phẳng hình vuông ABCD có cạnh  $a = 10\text{ cm}$  gồm  $N = 250$  vòng. Khung chuyển động thẳng đều tiến lại khoảng không gian có từ trường đều. Trong khi chuyển động, cạnh AB và DC luôn nằm trên hai đường thẳng song song như hình 3.37.



Hình 3.37:

Tính cường độ dòng điện cảm ứng chạy trong khung trong khoảng thời gian từ khi cạnh CB của khung bắt đầu gặp từ trường đến khi khung vừa vặn nằm hẳn trong từ trường. Chỉ rõ chiều dòng điện trong khung. Cho biết điện trở của khung là  $3\Omega$ . Tốc độ của khung  $v = 1,5\text{ m/s}$  và cảm ứng từ của từ trường  $B = 0,005\text{ T}$ .

#### 💬 Lời giải.

Tại thời điểm  $t_0 = 0$  khi khung dây có cạnh BC bắt đầu vào vùng từ trường đều thì diện tích khung dây nằm trong từ trường  $S_0 = 0$  và thời điểm  $t$  thì diện tích khung dây vào trong từ trường là  $S_t = BC \cdot vt = avt$  và góc  $\alpha = 0 \Rightarrow$  từ thông qua 1 vòng của khung dây là  $\Phi_t = BS_t = Bav \cdot \Delta t$

Theo định luật Faraday ta có:

$$e = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = N \frac{Bav \cdot \Delta t}{\Delta t} = NBav = 250 \cdot 0,005 \cdot 0,1 \cdot 1,5 = 0,1875\text{ V.}$$

Lại có

$$i = \frac{e}{R} = \frac{NBav}{R} = \frac{0,1875}{3} = 0,0625\text{ A} = 62,5\text{ mA.}$$

Khi khung dây đi vào vùng từ trường, từ thông qua khung dây tăng, nên cảm ứng từ do dòng điện cảm ứng sinh ra ngược chiều với cảm ứng từ của vùng từ trường, do đó, chiều dòng điện qua khung theo chiều ngược chiều kim đồng hồ hay có chiều từ A đến B.

**Câu 17.** Một khung dây hình chữ nhật có các cạnh lần lượt là:  $a = 10\text{ cm}$ ;  $b = 20\text{ cm}$  gồm 50 vòng dây quay đều trong một từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,5\text{ T}$ . Trục quay của khung nằm vuông góc với đường sức từ. Lúc đầu, mặt phẳng khung vuông góc với vector cảm ứng từ. Khung quay với tốc độ góc  $\omega = 100\pi\text{ rad/s}$ . Tính suất điện động cảm ứng trung bình trong khung dây trong thời gian nó quay được  $15^\circ$  kể từ vị trí ban đầu.

#### 💬 Lời giải.

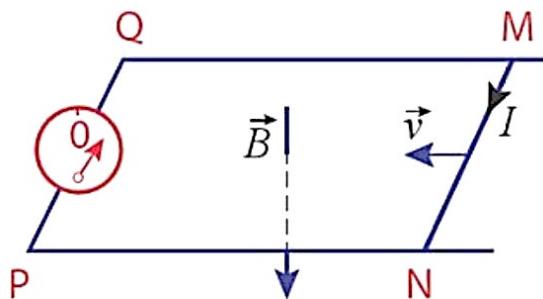
Tại thời điểm  $t_0 = 0 : \alpha = 0$ ; tại thời điểm  $t : \alpha = \omega t = \frac{\pi}{12}\text{ rad}$  nên  $t = \frac{1}{12} \cdot 10^{-2}\text{ s} \Rightarrow$  từ thông qua mỗi vòng dây là:  $\Phi = BS \cos \alpha$ .

Theo định luật Faraday ta có:

$$e = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -NBS \frac{\cos \frac{\pi}{12} - \cos 0}{\Delta t} = -50 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 0,2 \frac{\cos \frac{\pi}{12} - \cos 0}{\frac{1}{12} \cdot 10^{-2}} = 20,44\text{ V.}$$

### A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

Một đoạn dây MN có chiều dài  $\ell$  được đặt trên hai thanh kim loại và tạo thành một mạch kín. Tất cả được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ  $\vec{B}$ .



Khi đoạn dây dẫn chuyển động với tốc độ  $\vec{v}$ , suất điện động cảm ứng trong đoạn dây:

$$|e_c| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \quad (3.12)$$

- ✓ Khi  $\vec{v}$  và  $\vec{B}$  cùng vuông góc với đoạn dây chuyển động, đồng thời  $\vec{v}$  vuông góc với  $\vec{B}$  thì

$$\Delta \Phi = B \Delta S = B \ell v \Delta t$$

Như vậy:

$$|e_c| = B \ell v \quad (3.13)$$

- ✓ Nếu  $\vec{v}$  và  $\vec{B}$  cùng vuông góc với đoạn dây chuyển động, nhưng  $\vec{v}$  tạo với  $\vec{B}$  một góc  $\theta$  thì:

$$|e_c| = B \ell v \sin \theta \quad (3.14)$$

**Quy tắc bàn tay phải để xác định chiều dòng điện cảm ứng trong đoạn dây chuyển động trong từ trường đều**

Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón tay cái choai ra  $90^\circ$  hướng theo chiều chuyển động của đoạn dây, khi đó đoạn dây dẫn đóng vai trò như một nguồn điện, chiều từ cổ tay đến các ngón tay còn lại chỉ chiều dòng điện cảm ứng trên đoạn dây.

### B. VÍ DỤ MINH HỌA

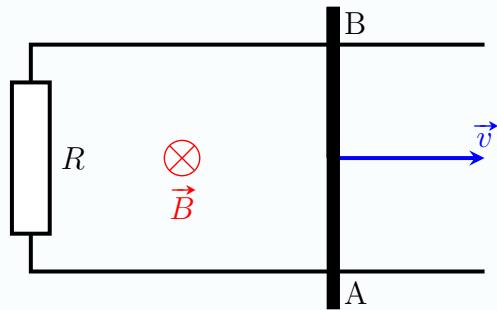
DẠNG  
**1**

Xác định suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động

**VÍ DỤ 1**

Thanh kim loại AB dài 20 cm kéo trượt đều trên hai thanh ray kim loại nằm ngang như hình vẽ. Các dây nối nhau bằng điện trở  $R = 3\Omega$ . Vận tốc của thanh AB là 12 m/s. Hệ thống đặt trong từ

trường đều có  $B = 0,4 \text{ T}$ ,  $\vec{B}$  vuông góc với mạch điện.



- Tính độ lớn suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung.
- Xác định chiều và tính cường độ dòng điện cảm ứng chạy qua đoạn mạch.

#### Lời giải.

- Dộ lớn suất điện động cảm ứng trong thanh:

$$|e_c| = Blv \sin \theta = (0,4 \text{ T}) \cdot (0,2 \text{ m}) \cdot (12 \text{ m/s}) \cdot \sin 90^\circ = 0,96 \text{ V}.$$

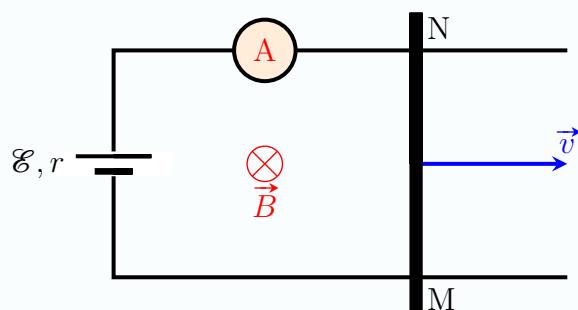
- Cường độ dòng điện cảm ứng trong mạch:

$$i_c = \frac{|e_c|}{R} = 0,32 \text{ A}.$$

Áp dụng quy tắc bàn tay phải suy ra chiều của dòng điện cảm ứng đi qua thanh AB có chiều từ A đến B.

#### Ví dụ 2

Cho mạch điện có sơ đồ như hình vẽ, nguồn điện có suất điện động  $\mathcal{E} = 1,5 \text{ V}$ , điện trở trong  $r = 0,1 \Omega$ , thanh MN có chiều dài 1 m và có điện trở  $R = 2,9 \Omega$ . Từ trường  $\vec{B}$  có phương vuông góc với mặt phẳng khung và hướng vào trong khung như hình vẽ, có độ lớn  $B = 0,1 \text{ T}$ . Thanh MN có điện trở không đáng kể.



- Ampere kế chỉ bao nhiêu khi MN đứng yên? Tính độ lớn lực từ tác dụng lên thanh MN khi đó.
- Ampere kế chỉ bao nhiêu khi MN di chuyển về phía phải với tốc độ  $v = 3 \text{ m/s}$  sao cho hai đầu MN luôn tiếp xúc với hai thanh đỡ bằng kim loại? Tính độ lớn lực từ tác dụng lên thanh MN khi đó.
- Muốn ampere kế chỉ số 0 phải để thanh MN di chuyển về phía nào, với vận tốc là bao nhiêu?

#### Lời giải.

a) Khi thanh MN đứng yên thì trong mạch không có dòng điện cảm ứng nên số chỉ ampere kế là

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{1,5 \text{ V}}{3 \Omega} = 0,5 \text{ A.}$$

Độ lớn lực từ tác dụng lên thanh MN:

$$F = I\ell B = (0,5 \text{ A}) \cdot (1 \text{ m}) \cdot (0,1 \text{ T}) = 0,05 \text{ N.}$$

b) Khi thanh MN chuyển động về phía phải thì trong mạch xuất hiện dòng điện cảm ứng có chiều từ M đến N và có độ lớn:

$$i_c = \frac{e_c}{R+r} = \frac{B\ell v}{R+r} = \frac{(0,1 \text{ T}) \cdot (1 \text{ m}) \cdot (3 \text{ m/s})}{3 \Omega} = 0,1 \text{ A.}$$

Do  $i_c$  ngược chiều với dòng điện do nguồn tạo ra nên cường độ dòng điện qua ampere kế:

$$I_A = I - i_c = 0,4 \text{ A.}$$

Lực từ tác dụng lên thanh MN:

$$F = I_A \ell B = 0,04 \text{ N.}$$

c) Muốn ampere kế chỉ số 0 thì  $i_c$  phải có độ lớn bằng  $I = 0,5 \text{ A}$  và ngược chiều với  $I$ . Như vậy, thanh MN phải di chuyển từ trái sang phải.

Tốc độ chuyển động của thanh MN lúc này:

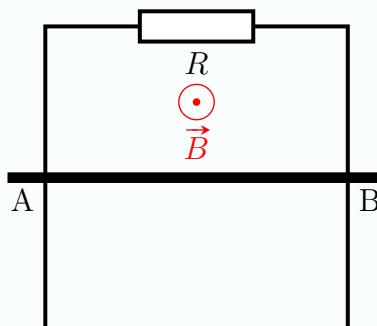
$$i_c = \frac{B\ell v'}{R+r} \Rightarrow v' = \frac{i_c(R+r)}{B\ell} = 15 \text{ m/s.}$$

DẠNG  
**2**

### Chuyển động của đoạn dây dẫn mang dòng điện trong từ trường đều

#### VÍ DỤ 3

Hai thanh kim loại song song, thẳng đứng có điện trở khôn đáng kể, một đầu nối vào điện trở  $R = 0,5 \Omega$ . Một đoạn dây dẫn AB, độ dài  $\ell = 14 \text{ cm}$ , khối lượng  $m = 2 \text{ g}$ , điện trở  $r = 0,5 \Omega$  tì vào hai thanh kim loại. Ban đầu người ta giữ cố định dây AB rồi thả cho nó tự do trượt khôn ma sát xuống dưới và luôn vuông góc với hai thanh kim loại. Toàn bộ hệ thống đặt trong từ trường đều có hướng vuông góc với mặt phẳng hai thanh kim loại có cảm ứng từ  $B = 0,2 \text{ T}$ . Lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .



a) Xác định chiều dòng điện qua điện trở  $R$ .

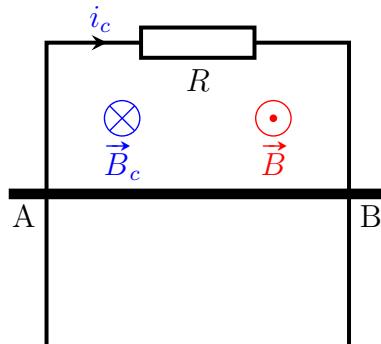
b) Chứng minh rằng lúc đầu thanh AB chuyển động nhanh dần, sau một thời gian chuyển động thì thanh AB chuyển động thẳng đều. Tính tốc độ chuyển động thẳng đều ấy và tính hiệu điện thế giữa hai đầu A, B

- c) Bây giờ đặt hai thanh kim loại nghiêng với mặt phẳng nằm ngang một góc  $\alpha = 60^\circ$ . Độ lớn và chiều của  $\vec{B}$  vẫn như cũ. Tính tốc độ  $v$  của chuyển động đều của thanh AB và  $U_{AB}$ .

**Lời giải.**

- a) Do thanh di xuống nên từ thông qua mạch tăng. Áp dụng định luật Lenz, dòng điện cảm ứng sinh ra  $\vec{B}_c$  ngược chiều  $\vec{B}$ .

Áp dụng quy tắc nắm bàn tay phải,  $i_c$  có chiều từ B đến A.



- b) Ngay sau khi buông, thanh AB chỉ chịu tác dụng của trọng lực  $\vec{P} = m\vec{g}$  nên thanh chuyển động nhanh dần  $\rightarrow v$  tăng dần.

Đồng thời, trong mạch xuất hiện dòng điện cảm ứng  $i_c$  nên thanh AB chịu thêm tác dụng của lực từ  $F = i_c \ell B$  có hướng đi lên.

Mặt khác, suất điện động cảm ứng xuất hiện bên rong AB là  $e_c = B\ell v$  nên

$$i_c = \frac{e_c}{R+r} = \frac{B\ell v}{R+r} \Rightarrow F = \frac{B^2 \ell^2 v}{R+r}.$$

Cho nên khi  $v$  tăng dần thì  $F$  tăng dần  $\rightarrow$  tồn tại thời điểm mà  $F = P$ . Khi đó, thanh chuyển động thẳng đều.

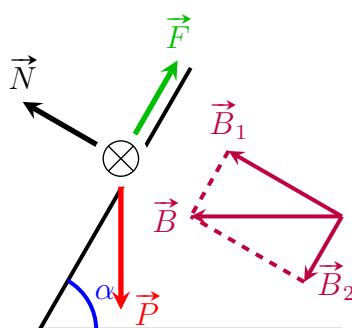
Khi thanh chuyển động đều thì:

$$F = mg \Rightarrow \frac{B^2 \ell^2 v}{R+r} = mg \Rightarrow v = \frac{(R+r)mg}{B^2 \ell^2} = 25 \text{ m/s.}$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu thanh AB khi đó:

$$U_{AB} = i_c R = \frac{B\ell v}{R+r} \cdot R = 0,35 \text{ V.}$$

- c) Khi để nghiêng hai thanh kim loại, ta có:



Thanh chuyển động đều khi:

$$F = mg \sin \alpha \Rightarrow \frac{(B \sin \alpha)^2 \ell^2 v}{R + r} = mg \sin \alpha$$

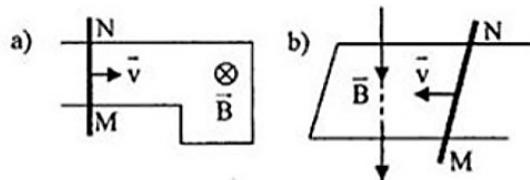
$$\Rightarrow v = \frac{(R + r) mg \sin \alpha}{(B \sin \alpha)^2 \ell^2} = \frac{(0,5 \Omega + 0,5 \Omega) \cdot (2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot \sin 60^\circ}{[(0,2 \text{ T}) \sin 60^\circ]^2 \cdot (0,14 \text{ m})^2} = 28,87 \text{ m/s.}$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu thanh khi đó là

$$U_{AB} = IR = \frac{B \ell v \sin \alpha}{R + r} \cdot R = \frac{(0,2 \text{ T}) \cdot (0,14 \text{ m}) \cdot (28,87 \text{ m/s}) \sin 60^\circ}{0,5 \Omega + 0,5 \Omega} \cdot (0,5 \Omega) = 0,35 \text{ V.}$$

## 1 Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Chọn phương án đúng về chiều dòng điện cảm ứng trong thanh MN.

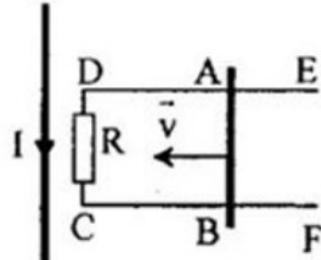


- (A) Hình a - dòng điện cảm ứng có chiều từ N đến M, hình b - dòng điện cảm ứng có chiều từ N đến M.
- (B) Hình a - dòng điện cảm ứng có chiều từ M đến N, hình b - dòng điện cảm ứng có chiều từ M đến N.
- C** Hình a - dòng điện cảm ứng có chiều từ M đến N, hình b - dòng điện cảm ứng có chiều từ N đến M.
- (D) Hình a - dòng điện cảm ứng có chiều từ N đến M, hình b - dòng điện cảm ứng có chiều từ M đến N.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 2.** Đặt khung dây ABCD cạnh một dây dẫn thẳng có dòng điện trên cùng một mặt phẳng như hình



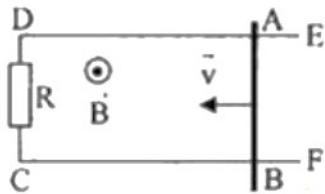
Thanh AB có thể trượt trên thanh DE và CF. Điện trở R không đổi và bỏ qua điện trở của các thanh. Cho AB song song với dòng điện thẳng và chuyển động thẳng đều với tốc độ không đổi. Dòng điện cảm ứng trong mạch có chiều

- (A) từ A đến B.
- (B) từ B đến A.
- (C) thay đổi liên tục.
- (D) không có dòng điện cảm ứng trong mạch.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B**

**Câu 3.** Đặt khung dây dẫn ABCD trong từ trường đều có chiều như hình vẽ



Thanh AB có thể trượt. Điện trở  $R$  không đổi và bỏ qua điện trở các thanh. Cường độ dòng điện cảm ứng trong mạch có biểu thức

$$\text{A) } i = \frac{B\ell}{vR}. \quad \text{B) } i = B\ell v. \quad \text{C) } i = \frac{Bv}{\ell R}. \quad \text{D) } i = \frac{B\ell v}{R}.$$

**Lời giải.**

Chọn đáp án **D** ..... □

**Câu 4.** Một thanh dẫn điện dài 80 cm, chuyển động trong từ trường đều với vận tốc 2 m/s và vuông góc với  $\vec{B}$ . Biết độ lớn cảm ứng từ  $B = 0,4$  T. Suất điện động cảm ứng trong thanh có độ lớn là

- A** 0,64 V.      **B** 64 V.      **C** 32 V.      **D** 0,32 V.

**Lời giải.**

Độ lớn suất điện động cảm ứng trong thanh:

$$|e_c| = B\ell v \sin \theta = (0,4 \text{ T}) \cdot (0,8 \text{ m}) \cdot (2 \text{ m/s}) \cdot 90^\circ = 0,64 \text{ V.}$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 5.** Một máy bay có chiều dài cánh  $\ell = 68$  m bay theo phương ngang với vận tốc  $v = 720$  km/h. Biết thành phần thẳng đứng của cảm ứng từ Trái Đất  $B = 5 \cdot 10^{-5}$  T. Hiệu điện thế xuất hiện ở hai đầu cánh là



- A** 2,448 V.      **B** 0,68 V.      **C** 1,224 V.      **D** 1,36 V.

**Lời giải.**

Hiệu điện thế xuất hiện ở hai cánh máy bay:

$$U = B\ell v \sin 90^\circ = 0,68 \text{ V.}$$

Chọn đáp án **B** ..... □

**Câu 6.** Một thanh dẫn điện dài 1 m, chuyển động trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,4$  T với vận tốc 2 m/s và hợp với  $\vec{B}$  một góc  $30^\circ$ . Suất điện động cảm ứng trong thanh có độ lớn là

- A** 0,4 V.      **B** 0,2 V.      **C** 0,7 V.      **D** 0,8 V.

**Lời giải.**

Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong thanh là

$$|e_c| = B\ell v \sin \theta = (0,4 \text{ T}) \cdot (1 \text{ m}) \cdot (2 \text{ m/s}) \cdot \sin 30^\circ = 0,4 \text{ V.}$$

**Câu 7.** Một thanh dẫn điện dài 1 m, chuyển động trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,4$  T với vận tốc 2 m/s và hợp với  $\vec{B}$  một góc  $30^\circ$ . Dùng dây có điện trở không đáng kể nối hai đầu thanh với một điện trở  $R = 2\Omega$  thành một mạch kín. Cường độ dòng điện cảm ứng qua điện trở là

- (A)  $0,4\sqrt{3}$  A.      (B)  $0,2\sqrt{3}$  A.      (C) 0,4 A.      (D) 0,2 A.

**Lời giải:**

Suất điện động cảm ứng suất hiện trong thanh là

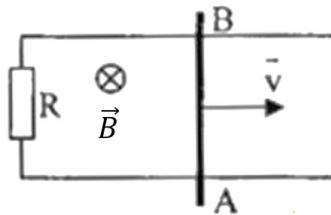
$$|e_c| = Blv \sin \theta = (0,4 \text{ T}) \cdot (1 \text{ m}) \cdot (2 \text{ m/s}) \cdot \sin 30^\circ = 0,4 \text{ V.}$$

Cường độ dòng điện qua điện trở:

$$I = \frac{|e_c|}{R} = 0,2 \text{ A.}$$

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 8.** Thanh kim loại AB dài 20 cm kéo trượt đều trên hai thanh ray kim loại nằm ngang như hình vẽ



Các dây nối với nhau bằng điện trở  $R = 3\Omega$ , vận tốc của thanh AB là 12 m/s. Hệ thống đặt trong từ trường đều có  $\vec{B}$  vuông góc với mạch điện và có độ lớn cảm ứng từ  $B = 0,4$  T. Chiều và độ lớn của dòng điện cảm ứng qua thanh AB là

- (A) Chiều từ B đến A,  $i_c = 0,32$  A.      (B) Chiều từ A đến B,  $i_c = 0,32$  A.  
 (C) Chiều từ A đến B,  $i_c = 0,96$  A.      (D) Chiều từ B đến A,  $i_c = 0,96$  A.

**Lời giải:**

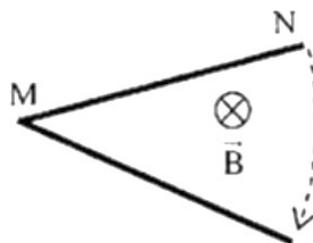
Áp dụng định luật Lenz và quy tắc bàn tay phải ta suy ra chiều của dòng điện cảm ứng đi qua thanh AB theo chiều từ A đến B.

Cường độ dòng điện cảm ứng trong thanh:

$$i_c = \frac{Blv}{R} = 0,32 \text{ A.}$$

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 9.** Thanh MN chiều dài  $\ell = 40$  cm quay đều quanh trục qua M và vuông góc với thanh trong từ trường đều  $B = 0,25$  T làm xuất hiện suất điện động cảm ứng  $e_c = 0,4$  V trong thanh.



Tốc độ góc của thanh là

- (A) 30 rad/s

TS. Nguyễn Thị Phương Thảo - 09.0354.0608



- (B) 10 rad/s

Lương Hoàng Sang - 09.6175.0612

**Lời giải.**

Trong khoảng thời gian  $\Delta t$  thanh quét được diện tích:

$$\Delta S = \pi \ell^2 \frac{\Delta \varphi}{2\pi} = \pi \ell^2 \frac{\omega \Delta t}{2\pi} = \frac{\ell^2 \omega}{2} \Delta t.$$

Độ biến thiên từ thông:

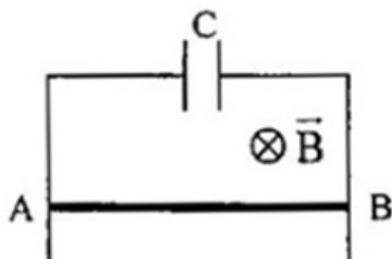
$$\Delta \Phi = B \Delta S \cos \alpha = B \Delta S$$

Suất điện động cảm ứng:

$$|e_c| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta S}{\Delta t} = \frac{B \frac{\ell^2 \omega}{2} \Delta t}{\Delta t} = \frac{B \ell^2 \omega}{2} \rightarrow \omega = 20 \text{ rad/s.}$$

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 10.** Hai thanh kim loại song song thẳng đứng một đầu nối với tụ điện có điện dung  $C = 1 \mu\text{F}$ . Một đoạn dây dẫn AB có độ dài  $\ell = 10 \text{ cm}$ , khối lượng  $m = 15 \text{ g}$  thì vào hai thanh kim loại, tự do trượt không ma sát xuống dưới và luôn vuông góc với hai thanh kim loại trên. Hệ thống đặt trong từ trường đều vuông góc với mặt phẳng khung dây, cảm ứng từ có độ lớn  $1 \text{ T}$ . Bỏ qua điện trở của các đoạn dây dẫn. Lấy gia tốc trọng trường  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Gia tốc của thanh AB là



**A**  $10 \text{ m/s}^2$ .

**B**  $5 \text{ m/s}^2$ .

**C**  $0,1 \text{ m/s}^2$ .

**D**  $0,05 \text{ m/s}^2$ .

**Lời giải.**

Thanh chịu tác dụng của trọng lực và lực từ.

Ta có:

$$P - F = ma \quad (3.15)$$

Trong đó:

Trọng lực  $P = mg$

Lực từ  $F = I\ell B$

Cường độ dòng điện qua thanh:

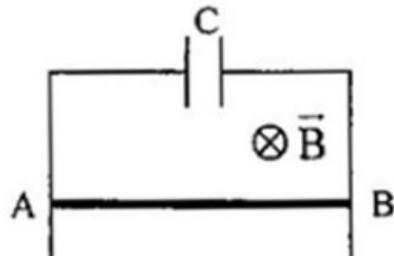
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{C \Delta e_c}{\Delta t} = \frac{C B \ell \Delta v}{\Delta t} = C B \ell a$$

Thay vào phương trình (4.23) ta được:

$$mg - C B^2 \ell^2 a = ma \Rightarrow a = \frac{mg}{CB^2 \ell^2 + m} = \frac{(15 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2)}{(10^{-6} \text{ F}) \cdot (1 \text{ T})^2 \cdot (0,1 \text{ m})^2 + 15 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} \approx 10 \text{ m/s}^2.$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 11.** Hai thanh kim loại được đặt song song nghiêng góc  $30^\circ$  so với phương ngang, một đầu nối với tụ điện có điện dung  $C = 4 \mu\text{F}$ . Một đoạn dây dẫn AB có độ dài  $\ell = 10 \text{ cm}$ , khối lượng  $m = 20 \text{ g}$  từ vào hai thanh kim loại, tự do trượt không ma sát. Hệ thống đặt trong từ trường đều có vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  vuông góc với mặt phẳng hai thanh ray và có độ lớn  $B = 1 \text{ T}$ , bỏ qua điện trở của các đoạn dây.



Thanh AB được thả từ vị trí cách đầu dưới của hai thanh kim loại đoạn  $d = 5 \text{ cm}$ . Thời gian để AB bắt đầu rời khỏi thanh kim loại là

(A) 0,1 s.

(B) 0,14 s.

(C) 0,2 s.

(D) 0,4 s.

**Lời giải.**

Cường độ dòng điện qua thanh

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\Delta e_c}{\Delta t} = CB\ell \frac{\Delta v}{\Delta t} = CB\ell a.$$

Áp dụng định luật II Newton và chiếu lên phương chuyển động của thanh AB:

$$P \sin \alpha - F \sin \alpha = ma$$

$$\Leftrightarrow mg \sin \alpha - CB^2 \ell^2 a \sin \alpha = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{mg \sin \alpha}{m + CB^2 \ell^2 \sin \alpha} \approx 5 \text{ m/s}^2.$$

Thời gian thanh AB rời khỏi thanh kim loại:

$$t = \sqrt{\frac{2d}{a}} \approx 0,14 \text{ s.}$$

Chọn đáp án (B) .....

## 2 | Tự luận

**Câu 1.** Một thanh dẫn điện MN trượt trên hai thanh kim loại trong vùng từ trường đều vuông góc với hướng của cảm ứng từ như hình bên dưới. Biết  $B = 0,60 \text{ T}$ ,  $MN = PQ = 0,30 \text{ m}$ , toàn bộ mạch điện có điện trở  $20 \Omega$ . Thanh đang chuyển động về bên trái với tốc độ  $6,0 \text{ m/s}$  và có hướng vuông góc với thanh.



Xác định:

- a) độ lớn suất điện động cảm ứng.
- b) cường độ dòng điện cảm ứng.
- c) công suất cần thiết để di chuyển thanh.

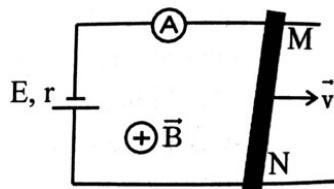
 **Lời giải.**

a)  $|e_c| = B\ell v \approx 1,1 \text{ V.}$

b)  $I = \frac{|e_c|}{R} = 0,055 \text{ A.}$

c)  $\mathcal{P} = |e_c| \cdot I = 0,06 \text{ W.}$

**Câu 2.** Cho mạch điện như hình vẽ: suất điện động nguồn điện  $E = 1,5 \text{ V}$  và điện trở trong  $r = 0,2 \Omega$ . Thanh MN dài 1 m và có điện trở  $R_{MN} = 2,8 \Omega$ . Cảm ứng từ có độ lớn  $B = 0,1 \text{ T}$ . Bỏ qua điện trở của ampe kế A.



a) Xác định số chỉ của ampe kế A khi:

- MN đứng yên.
- MN chuyển động đều về bên phải với vận tốc  $v = 5 \text{ m/s}$ .

b) Muốn cho ampe kế chỉ 0 thì phải dịch chuyển MN về phía nào và với vận tốc bao nhiêu?

 **Lời giải.**

a)  Khi MN đứng yên:

$$I = \frac{E}{R_{MN} + r} = \frac{1,5}{2,8 + 0,2} = 0,5 \text{ A.}$$

Khi MN chuyển động, trong thanh xuất hiện suất điện động cảm ứng  $e_c$ :

$$e_c = B\ell v = 0,1 \cdot 1 \cdot 5 = 0,5 \text{ V.}$$

Cường độ dòng điện cảm ứng:  $I_c = \frac{e_c}{R_{MN} + r}$ .

Dùng quy tắc bàn tay phải, xác định được  $I_c$  cùng chiều  $I$

$$\Rightarrow I_A = I + I_c = \frac{E + e_c}{R_{MN} + r} = \frac{1,5 + 0,5}{2,8 + 0,2} = \frac{2}{3} \text{ A.}$$

b) Muốn  $I_c$  ngược chiều thì thanh MN phải dịch chuyển về phía ngược lại (về phía trái).

$$\text{Để } I_A = I - I_c = 0 \text{ thì } e_c = E \Leftrightarrow Bv'\ell = 1,5 \Rightarrow v' = \frac{1,5}{B\ell} = \frac{1,5}{0,1 \cdot 1} = 15 \text{ m/s.}$$

## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1

## Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều

Xét khung dây ABCD diện tích  $S$ , được đặt trong từ trường đều và quay đều với tốc độ góc  $\omega$  quay trục  $\Delta$ . Khi đó, từ thông qua khung dây được xác định bởi:

$$\Phi = BS \cos \alpha \quad (3.16)$$

Do khung dây quay đều với tốc độ góc  $\omega$  nên  $\alpha = \omega t + \varphi_0$ , và tổng quát hoá cho khung dây có  $N$  vòng dây thì ta thu được biểu thức của  $\Phi(t)$ :

$$\Phi(t) = NBS \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (3.17)$$

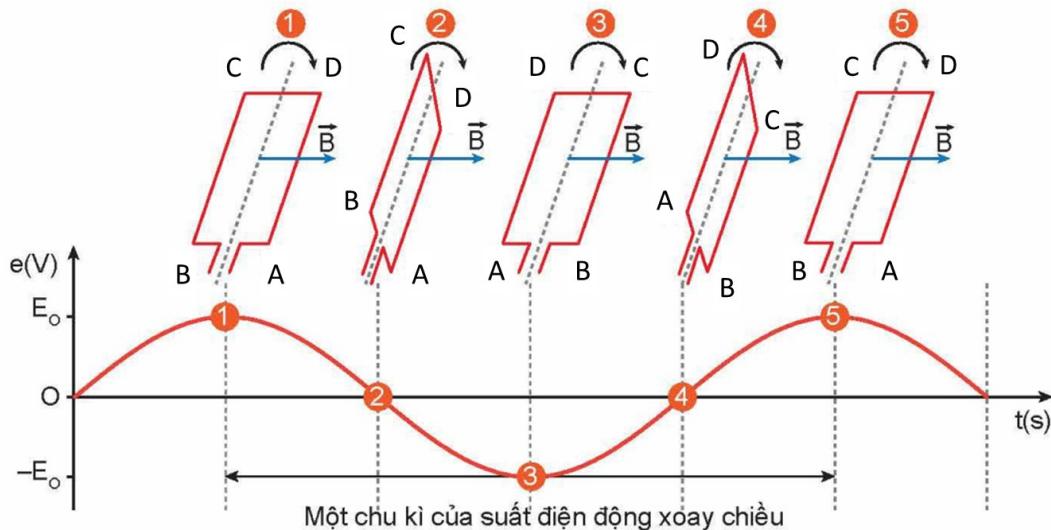
Theo định luật Faraday, suất điện động cảm ứng tại thời điểm  $t$  được xác định:

$$e(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega NBS \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega NBS \cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{\pi}{2}\right) \quad (3.18)$$

Suất điện động cảm ứng trong khung dây biến đổi điều hoà theo thời gian và được gọi là **suất điện động xoay chiều**:

$$e(t) = \omega NBS \cos(\omega t + \varphi_{0e}) = E_0 \cos(\omega t + \varphi_{0e}) \quad (3.19)$$

trong đó  $E_0 = \omega NBS$  được gọi là suất điện động cực đại.



Hình 3.39: Mô tả suất điện động xoay chiều khi khung dây quay trong từ trường đều.

**A** Có 2 cách tạo ra suất điện động xoay chiều trong các máy điện:

- Từ trường cố định, các vòng dây quay quanh từ trường.
- Từ trường quay, các vòng dây đặt cố định

TS. Nguyễn Thị Phương Thảo - 09.0354.0608



## 2 | Dòng điện xoay chiều

Khi nối mạch tiêu thụ vào điện áp xoay chiều  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$  thì trong mạch có dòng điện xoay chiều  $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$ .

**Khái niệm** Dòng điện xoay chiều là dòng điện có cường độ biến thiên điều hòa theo thời gian.

Trong đó:

- ✓  $\omega$  là tần số góc của dòng điện xoay chiều, bằng tần số góc của suất điện động cảm ứng do máy phát điện xoay chiều tạo ra, đơn vị trong hệ SI là radian/giây (rad/s);
- ✓  $u$  và  $i$  là giá trị tức thời của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện trong mạch, đơn vị trong hệ SI lần lượt là volt (V) và ampere (A);
- ✓  $U_0$  và  $I_0$  là giá trị cực đại của điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều trong đoạn mạch;
- ✓  $\varphi_u$  và  $\varphi_i$  là pha ban đầu của điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều, đơn vị trong hệ SI là radian (rad).

## 3 | Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều

**Khái niệm** Giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện xoay chiều bằng cường độ của dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện này lần lượt đi qua cùng một điện trở thì nhiệt lượng tỏa ra trong thời gian đủ dài là bằng nhau

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}. \quad (3.20)$$

Ngoài ra, người ta cũng định nghĩa giá trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều ở hai đầu đoạn mạch là

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}. \quad (3.21)$$

và suất điện động hiệu dụng của nguồn điện là

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}. \quad (3.22)$$

## 4 | Sử dụng dòng điện xoay chiều

### 4.1. Tác dụng và ứng dụng của dòng điện xoay chiều

a. Tác dụng:

- ✓ Tác dụng quang (phát sáng);
- ✓ Tác dụng từ;
- ✓ Tác dụng nhiệt;
- ✓ Tác dụng hoá;
- ✓ Tác dụng sinh lí.

b. Ứng dụng:

- ✓ Các loại đèn thấp sáng, ...;
- ✓ Lò luyện kim, mỏ hàn, các động cơ điện, ...;
- ✓ Các thiết bị điện gia đình: bàn là, quạt điện, tủ lạnh, ...;
- ✓ Hệ thống lưới điện quốc gia là hệ thống lưới điện xoay chiều;
- ✓ Dòng điện xoay chiều có thể chỉnh lưu thành dòng điện một chiều;
- ✓ Dòng điện xoay chiều dễ truyền đi xa nhờ dùng máy biến áp.

## 4.2. Quy tắc an toàn khi sử dụng điện xoay chiều

- ✓ Dùng các thiết bị điện phù hợp và có chất lượng tốt;
- ✓ Tuân thủ các biển báo an toàn điện;
- ✓ Dùng thiết bị tự động ngắt điện (phù hợp với công suất) khi xảy ra chập điện hay quá tải;
- ✓ Các vị trí lắp đặt ổ cắm điện, cầu dao điện, ... phải ở nơi khô ráo và tránh xa tầm tay trẻ em (ở trên cao);
- ✓ Thường xuyên kiểm tra mạng điện, bảo trì các thiết bị điện đúng kì hạn để phát hiện các trường hợp hư hỏng và kịp thời sửa chữa, tránh sự cố xảy ra.

### B. VÍ DỤ MINH HỌA

DẠNG  
1

Xác định các величин đặc trưng của dòng điện xoay chiều

#### ✓ VÍ DỤ 1

Điện áp của một nguồn điện xoay chiều được cho bởi biểu thức:

$$u = 220\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ V}$$

Hãy xác định:

- giá trị cực đại của điện áp.
- giá trị hiệu dụng của điện áp.
- tần số của điện áp.

**Lời giải.**

a) Giá trị cực đại của điện áp  $U_0 = 220\sqrt{2} \text{ V} \approx 311,12 \text{ V}$ .

b) Giá trị hiệu dụng của điện áp

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 220 \text{ V.}$$

c) Tần số của điện áp

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi \text{ rad/s}}{2\pi} = 50 \text{ Hz.}$$



## VÍ DỤ 2

Dòng điện xoay chiều được cho bởi biểu thức  $i = 10 \sin(50\pi t)$  A. Tính công suất trung bình do dòng điện tạo ra trên điện trở  $10\Omega$ .

### Lời giải.

Cường độ hiệu dụng:

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \text{ A.}$$

Công suất trung bình do dòng điện toả ra trên điện trở:

$$\mathcal{P} = I^2 R = (5\sqrt{2} \text{ A})^2 \cdot (10 \Omega) = 500 \text{ W.}$$

## VÍ DỤ 3

Một ấm điện đun nước hoạt động từ nguồn điện xoay chiều có giá trị điện áp hiệu dụng  $220\text{V}$ , cường độ dòng điện hiệu dụng là  $5,5\text{A}$ . Tính:

- a) điện trở của ấm đun nước.
- b) công suất toả nhiệt của bếp.

Coi ấm đun nước chỉ có điện trở thuần.

### Lời giải.

a) Điện trở của ấm đun nước:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ V}}{5,5 \text{ A}} = 40 \Omega.$$

b) Công suất toả nhiệt của bếp:

$$\mathcal{P} = UI = 1210 \text{ W.}$$

**DẠNG  
2**

**Mối liên hệ về pha giữa điện áp  $u$  và cường độ dòng điện  $i$  trong mạch điện xoay chiều**

Gọi  $\varphi = |\varphi_u - \varphi_i|$  là độ lệch pha giữa  $u$  và  $i$ .

Ⓐ Khi  $u$  và  $i$  cùng pha ( $\varphi = k2\pi$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ) thì

$$\frac{u}{U_0} = \frac{i}{I_0}.$$

Ⓑ Khi  $u$  và  $i$  ngược pha ( $\varphi = (2k+1)\pi$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ) thì

$$\frac{u}{U_0} = -\frac{i}{I_0}.$$

Ⓒ Khi  $u$  và  $i$  vuông pha ( $\varphi = \frac{\pi}{2} + k\pi$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ) thì

$$\left(\frac{u}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = 1.$$

#### VÍ DỤ 4

Dòng điện chạy qua đoạn mạch xoay chiều có cường độ  $i = 200 \cos(100\pi t)$  A, điện áp giữa hai đầu đoạn mạch có giá trị hiệu dụng là 12 V và sớm pha  $\frac{\pi}{3}$  rad so với cường độ dòng điện.

- Tính chu kỳ, tần số của dòng điện.
- Tính giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện trong mạch.
- Tính giá trị tức thời của cường độ dòng điện ở thời điểm  $t = 0,5$  s.
- Trong một giây, dòng điện đổi chiều bao nhiêu lần?
- Viết biểu thức của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch.

#### Lời giải.

- a) Tốc độ góc của dòng điện  $\omega = 100\pi$  rad/s.

Từ đó, ta có chu kỳ và tần số của dòng điện là

$$\begin{cases} T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{50} \text{ s} \\ f = \frac{\omega}{2\pi} = 50 \text{ Hz} \end{cases}$$

- b) Giá trị hiệu dụng của dòng điện trong mạch là  $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 100\sqrt{2}$  A.

- c) Tại thời điểm  $t = 0,5$  s thì  $i = 200 \cos(100\pi \cdot 0,5) = 200$  A.

- d) Tần số của dòng điện là  $f = 50$  Hz, đồng nghĩa là trong một giây thì dòng điện thực hiện được 50 dao động. Do mỗi dao động thì dòng điện đổi chiều 2 lần nên trong một giây dòng điện đổi chiều 100 lần.

- e) Do điện áp sớm pha  $\frac{\pi}{3}$  rad so với dòng điện nên  $\varphi_u = \varphi_i + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3}$  rad.

Điện áp cực đại:  $U_0 = U\sqrt{2} = 12\sqrt{2}$  V.

Biểu thức của điện áp hai đầu mạch điện:  $u = 12\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$  V.

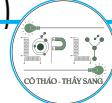
#### VÍ DỤ 5

Một mạch điện xoay chiều có độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện chạy trong mạch là  $\frac{\pi}{2}$  rad. Tại một thời điểm  $t$ , cường độ dòng điện có giá trị  $2\sqrt{3}$  A thì điện áp giữa hai đầu mạch là  $50\sqrt{2}$  V. Biết điện áp hiệu dụng của mạch là 100 V. Tính giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện chạy qua mạch.

#### Lời giải.

Do điện áp và cường độ dòng điện vuông pha nên

$$\left(\frac{u}{U}\right)^2 + \left(\frac{i}{I}\right)^2$$



Thay các giá trị:

$$\begin{cases} i = 2\sqrt{3} \text{ A} \\ u = 50\sqrt{2} \text{ V} \\ U = 100 \text{ V} \Rightarrow U_0 = 100\sqrt{2} \text{ V} \end{cases} \Rightarrow \left( \frac{50\sqrt{2}}{100\sqrt{2}} \right)^2 + \left( \frac{2\sqrt{3}}{I_0} \right)^2 = 1 \Rightarrow I_0 = 4 \text{ A.}$$

Giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện:  $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} \text{ A.}$

DẠNG  
3

### Vận dụng định luật Faraday cho bài toán liên quan đến máy phát điện xoay chiều

$$\Phi(t) = NBS \cos(\omega t + \varphi_0) = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$e(t) = \omega NBS \cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{\pi}{2}\right) = E_0 \cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{\pi}{2}\right)$$

với  $E_0 = \omega \Phi_0 = \omega NBS.$

Vì  $\Phi(t)$  và  $e(t)$  vuông pha nên:

$$\left( \frac{\Phi}{\Phi_0} \right)^2 + \left( \frac{e}{E_0} \right)^2 = 1.$$

### ✓ VÍ DỤ 6

Một khung dây dẫn hình chữ nhật có 100 vòng, diện tích mỗi vòng  $600 \text{ cm}^2$ , quay đều quanh trục đối xứng của khung với tốc độ góc  $120 \text{ vòng/min}$  trong một từ trường đều có cảm ứng từ bằng  $0,2 \text{ T}$ . Trục quay vuông góc với các đường cảm ứng từ. Chọn gốc thời gian lúc vector pháp tuyến của mặt phẳng khung dây ngược hướng với vector cảm ứng từ. Xác định biểu thức suất điện động cảm ứng trong khung.

#### 💬 Lời giải.

Tại thời điểm  $t = 0 \text{ s} \Rightarrow \varphi_0 = (\vec{B}, \vec{n}) = \pi \text{ rad.}$  Một khác  $\omega = 2 \text{ vòng/s} = 4\pi \text{ rad/s.}$

Từ thông qua khung dây theo thời gian:

$$\Phi = NBS \cos(\omega t + \varphi_0) = 100 \cdot (0,2 \text{ T}) \cdot (600 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) \cos(4\pi t + \pi) = 1,2 \cos(4\pi t + \pi) \text{ Wb.}$$

Suy ra, biểu thức suất điện động cảm ứng:

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = 4,8\pi \sin(4\pi t + \pi) \text{ V.}$$

### ✓ VÍ DỤ 7

Một khung dây dẫn dẹt, quay đều quanh trục  $\Delta$  nằm trong mặt phẳng khung dây, trong một từ trường đều có vector cảm ứng từ vuông góc với trục quay  $\Delta$ . Từ thông cực đại qua diện tích khung dây bằng  $\frac{11\sqrt{2}}{6\pi} \text{ Wb.}$  Tại thời điểm  $t$ , từ thông qua diện tích khung dây và suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây có độ lớn lần lượt là  $\Phi = \frac{11\sqrt{6}}{12\pi} \text{ Wb}$  và  $e = 110\sqrt{2} \text{ V.}$  Xác định tần số của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây.

#### 💬 Lời giải.

$\Phi(t)$  và  $e(t)$  vuông pha nên:

$$\left( \frac{\Phi}{\Phi_0} \right)^2 + \left( \frac{e}{E_0} \right)^2 = 1 \Rightarrow E_0 = 220\sqrt{2} \text{ V}$$

Mà  $E_0 = \omega\Phi_0 \Rightarrow \omega = \frac{E_0}{\Phi_0} = 120\pi$  rad/s  $\Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 60$  Hz.

## C. BÀI TẬP

### 1 | Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Đối với dòng điện xoay chiều, cường độ dòng điện hiệu dụng  $I$  có công thức liên hệ với cường độ dòng điện cực đại  $I_0$  là

- A**  $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ .      **B**  $I = I_0$ .      **C**  $I = I_0\sqrt{2}$ .      **D**  $I = \frac{I_0}{2}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 2.** Một ví dụ về nguồn cung cấp điện áp xoay chiều là

- A** acquy ô tô.      **B** pin điện hoá.      **C** nhà máy nhiệt điện.      **D** tụ điện.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 3.** Trong mạch điện xoay chiều, điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hoà theo thời gian. Liên hệ giữa pha điện áp và pha của dòng điện

- A** luôn luôn cùng pha với nhau.      **B** luôn luôn ngược pha với nhau.  
**C** luôn có hiệu số pha không đổi theo thời gian.      **D** luôn luôn vuông pha với nhau.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 4.** Chọn cụm từ đúng để điền vào chỗ trống:

Cường độ dòng điện của một dòng điện không đổi bằng với ... của một dòng điện xoay chiều khi hai dòng điện đi qua hai điện trở giống nhau và nhiệt lượng tỏa ra trong khoảng thời gian dài là bằng nhau.

- A** cường độ dòng điện trung bình.      **B** cường độ dòng điện cực đại.  
**C** cường độ dòng điện hiệu dụng.      **D** cường độ dòng điện định mức.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 5.** Phát biểu nào sau đây là **không** nằm trong quy tắc an toàn khi sử dụng dòng điện xoay chiều?

- A** Tránh xa khu vực có điện thế cao như trạm điện, cột điện cao áp.  
**B** Ngắt các thiết bị điện không cần thiết trong gia đình khi có sấm, sét ngoài trời.  
**C** Luôn mua các thiết bị điện có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.  
**D** Lắp thiết bị đóng, ngắt điện ở vị trí dễ tiếp cận trong gia đình.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(C)** .....

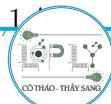
**Câu 6.** Giá trị cực đại của một dòng điện xoay chiều là 10 A, giá trị hiệu dụng của nó là

- A** 28 A.      **B** 3,1 A.      **C** 7,1 A.      **D** 14 A.

**Lời giải.**

Giá trị hiệu dụng của dòng điện:

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 7,1$$



Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 7.** Một điện áp xoay chiều có giá trị cực đại là 200 V. Giá trị hiệu dụng của điện áp này là

**A** 282 V.

**B** 200 V.

**C** 141 V.

**D** 100 V.

**Lời giải.**

Giá trị hiệu dụng của điện áp này là  $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \approx 141$  V.

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 8.** Điện áp hiệu dụng thông thường ở mạng điện gia đình là 220 V, điện áp cực đại là

**A** 440 V.

**B** 311 V.

**C** 156 V.

**D** 110 V.

**Lời giải.**

Điện áp cực đại  $U_0 = U\sqrt{2} \approx 311$  V.

Chọn đáp án **B** ..... □

**Câu 9.** Tốc độ toả nhiệt trên điện trở  $R$  có cường độ dòng điện hiệu dụng  $I$  được tính bằng công thức nào sau đây?

**A**  $0,5RI^2$ .

**B**  $RI^2$ .

**C**  $2RI^2$ .

**D**  $4RI^2$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B** ..... □

**Câu 10.** Nếu hiệu điện thế giữa hai đầu một đoạn mạch điện xoay chiều là  $u = 310 \sin 100\pi t$  (V) thì hiệu điện thế tức thời đạt giá trị 155 V tại thời điểm

**A**  $\frac{1}{150}$  s.

**B**  $\frac{1}{100}$  s.

**C**  $\frac{1}{600}$  s.

**D**  $\frac{1}{60}$  s.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 11.** Đặt một điện áp xoay chiều có giá trị cực đại là 200 V vào hai đầu một điện trở  $50\Omega$ . Cường độ dòng điện hiệu dụng qua điện trở là

**A** 2,8 A.

**B** 4,0 A.

**C** 5,6 A.

**D** 2,0 A.

**Lời giải.**

Cường độ dòng điện hiệu dụng qua điện trở:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_0}{R\sqrt{2}} \approx 2,8 \text{ A.}$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 12.** Dòng điện xoay chiều qua đoạn mạch chỉ có điện trở thuần  $10\Omega$ , có giá trị cực đại  $0,1\sqrt{2}$  A, công suất toả nhiệt của đoạn mạch là

**A** 0,1 W.

**B** 1,0 W.

**C** 0,5 W.

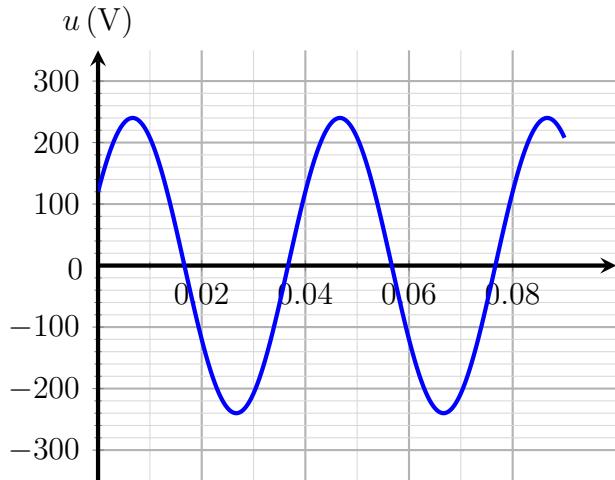
**D** 2,0 W.

**Lời giải.**

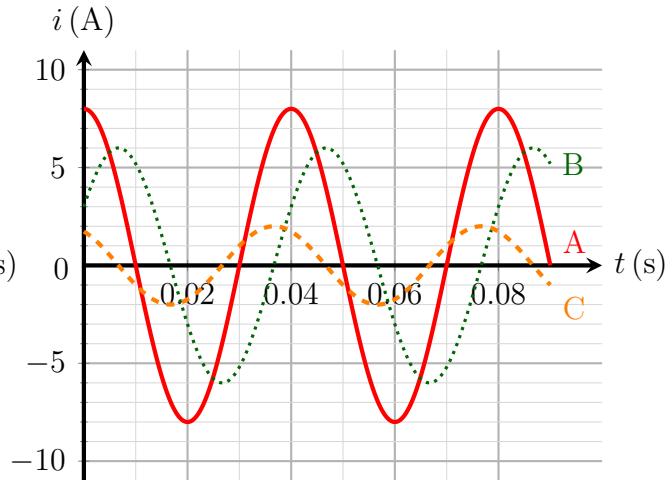
$$\mathcal{P} = I^2R = \frac{I_0^2R}{2} = 0,1 \text{ W.}$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 13.** Một điện áp xoay chiều  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$  có đồ thị điện áp - thời gian như hình 3.40a. Lần lượt sử dụng điện áp xoay chiều này đặt vào các đoạn mạch A, B, C có chứa các linh kiện điện tử, ta thu được đồ thị cường độ dòng điện - thời gian như Hình 3.40b



a)



b)

Hình 3.40:

Chỉ ra phát biểu sai.

- A** Tần số của điện áp xoay chiều và tần số của cường độ dòng điện trong ba đoạn mạch (A), (B), (C) là 25 Hz.
- B** Pha ban đầu của cường độ dòng điện trong ba đoạn mạch (A), (B), (C) lần lượt là 0 rad,  $\frac{\pi}{3}$  rad,  $\frac{\pi}{6}$  rad.
- C** Đoạn mạch (B) chỉ chứa điện trở thuần và có giá trị  $R = 40 \Omega$ .
- D** Cường độ dòng điện trong mạch điện (C) vuông pha với điện áp xoay chiều.

**Lời giải:**

Tần số của điện áp xoay chiều và tần số của cường độ dòng điện trong ba đoạn mạch (A), (B), (C) là:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,04} = 25 \text{ Hz.}$$

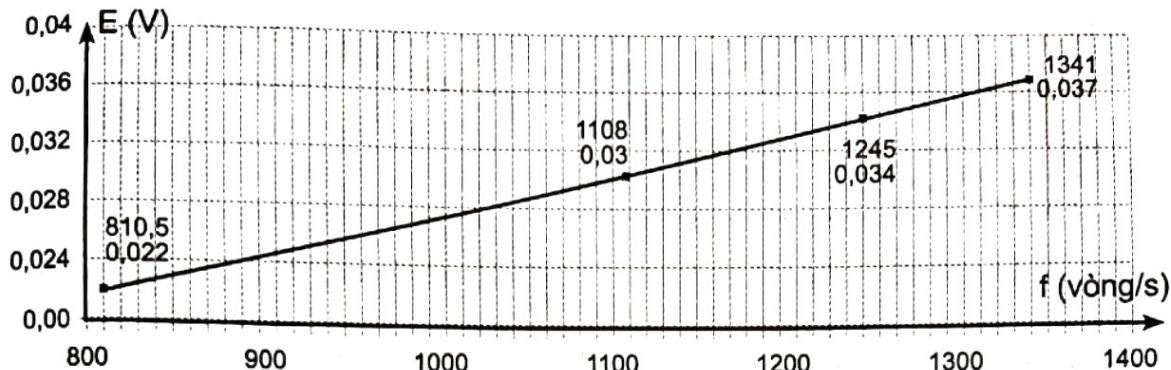
Pha ban đầu của điện áp xoay chiều và cường độ dòng điện trong ba đoạn mạch (A), (B), (C) lần lượt là:  $\varphi_u = -\frac{\pi}{3}$  rad,  $\varphi_{i(A)} = 0$  rad,  $\varphi_{i(B)} = -\frac{\pi}{3}$  rad,  $\varphi_{i(C)} = \frac{\pi}{6}$  rad.

Cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều trong đoạn mạch (B) dao động cùng pha với nhau nên mạch chỉ chứa điện trở thuần và có giá trị:

$$R = \frac{U_0}{I_0} = \frac{240}{6} = 40 \Omega.$$

Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 14.** Một máy phát điện xoay chiều có rôto là nam châm vĩnh cửu quay với tần số  $f$  (vòng/s) tạo ra trong cuộn dây trên statos một dòng điện hình sin. Mắc hai đầu cuộn dây với vôn kế để khảo sát suất điện động trong cuộn dây theo tần số quay của rôto. Kết quả được biểu diễn bằng đồ thị có trục tung là suất điện động  $E$  (V), trục hoành là tần số quay của rôto theo đơn vị vòng/s (Hình 3.41). Biết khi rôto không quay thì suất điện động hai đầu cuộn dây bằng 0, sai số của suất điện động là  $\Delta E = \pm 0,005$  V. Biểu thức



Hình 3.41:

- A**  $E_0 = 3,90 \cdot 10^{-5}f \pm 0,005$  (V).  
**C**  $E_0 = 3,01 \cdot 10^{-3}f \pm 0,005$  (V).

- B**  $E_0 = 4,24 \cdot 10^{-3}f \pm 0,005$  (V).  
**D**  $E_0 = 3,01 \cdot 10^{-3}f \pm 0,005$  (V).

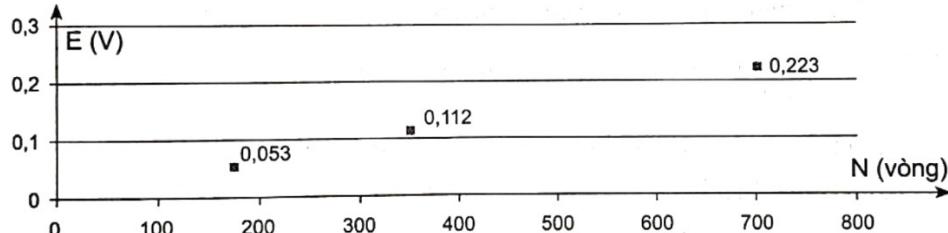
**Lời giải.**

Hệ số góc của đường thẳng  $E_0(f)$  là

$$\alpha = \frac{\Delta E_0}{\Delta f} = \frac{(0,03 \text{ V} - 0,022 \text{ V}) \sqrt{2}}{1108 \text{ vòng/s} - 810,5 \text{ vòng/s}} \approx 3,80 \cdot 10^{-5} \text{ V} \cdot \text{s/vòng}.$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 15.** Trong máy phát điện xoay chiều có thể thay đổi số vòng dây trên statos. Khi rôto là nam châm vĩnh cửu quay làm máy hoạt động tạo ra dòng điện xoay chiều hình sin trong cuộn dây. Suất điện động  $E$  (V) đo được ở hai đầu cuộn dây theo số vòng dây  $N$  của nó có đồ thị như hình 3.42.



Hình 3.42:

Biểu thức nào sau đây mô tả gần đúng mối liên hệ giữa suất điện động  $E$  của cuộn dây với số vòng dây  $N$  (vòng) của nó?

- A**  $E$  (mV) = 53N.      **B**  $E$  (V) = 0,466N.      **C**  $E$  (mV) = 0,32N.      **D**  $E$  (V) = 0,112N.

**Lời giải.**

Tính các tỉ số  $\frac{E}{N}$  ta thấy  $E$  (mV) = 0,32N (vòng).

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 16.** Một đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có điện trở thuận với giá trị  $200 \Omega$ . Đặt hiệu điện thế  $100\sqrt{2} \cos 100\pi t$  (V) vào hai đầu đoạn mạch trên thì

- A** cường độ dòng điện chạy trong mạch có giá trị hiệu dụng bằng  $\sqrt{2}$  A.  
**B** dòng điện chạy trong mạch có tần số 100 Hz.  
**C** công suất toả nhiệt trên điện trở bằng 200 W.  
**D** cường độ dòng điện chạy trong mạch có giá trị hiệu dụng bằng 0,5 A.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **D** ..... □

## 2

## Trắc nghiệm đúng/sai

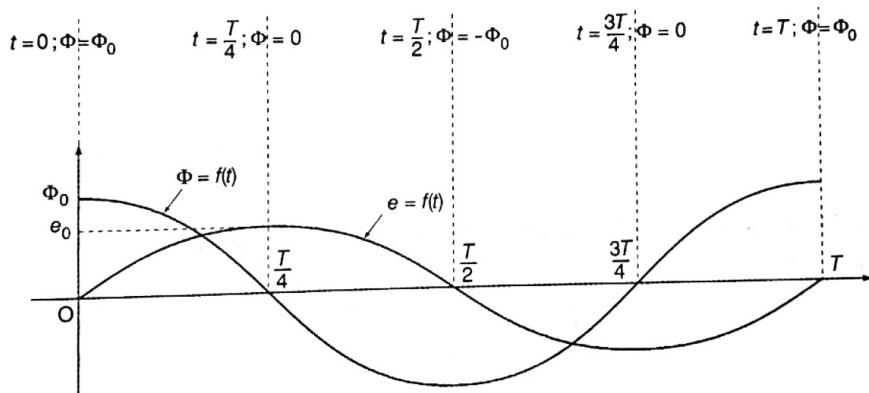
**Câu 1.** Trong mỗi phát biểu sau, em hãy chọn đúng hoặc sai.

Phát biểu	D	S
a) Dòng điện xoay chiều giúp giảm hao phí điện năng khi truyền tải đi xa.	X	
b) Dòng điện xoay chiều không làm tỏa nhiệt trên các linh kiện điện tử.		X
c) Điện áp hiệu dụng và cường độ dòng điện hiệu dụng của dòng điện xoay chiều có độ lớn thay đổi theo thời gian.		X
d) Khác với dòng điện không đổi, khi sử dụng dòng điện xoay chiều, có các điện tích tự do đi xuyên qua lớp điện môi của tụ điện.		X
e) Cả dòng điện không đổi và dòng điện xoay chiều đều được tăng giá trị điện áp thông qua việc sử dụng máy biến áp tăng áp có nguyên lý hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.		X
f) Mạng điện dân dụng ở nước ta sử dụng dòng điện xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220 V.	X	
g) Dòng điện xoay chiều làm điện trở tỏa nhiệt như dòng điện một chiều.	X	

 Lời giải.

Chọn đáp án [ a đúng | b sai | c sai | d sai | e sai | f đúng | g đúng ] ..... □

**Câu 2.** Đồ thị hình 3.43 biểu diễn từ thông và suất điện động xoay chiều trong khung dây của một máy phát điện xoay chiều.



Hình 3.43:

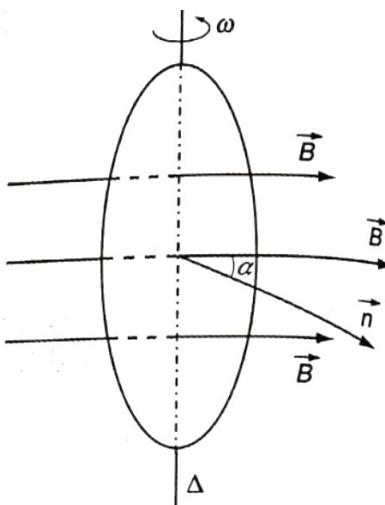
Nhận định tính đúng hay sai của các phát biểu sau đây.

Phát biểu	D	S
a) Pha ban đầu của từ thông là $\frac{\pi}{2}$ rad.		X
b) Pha ban đầu của suất điện động biểu diễn dưới dạng hàm sin là $\frac{\pi}{2}$ rad.		X
c) Độ lệch pha giữa suất điện động và từ thông có độ lớn là $\frac{\pi}{2}$ rad.	X	
d) Tại những thời điểm từ thông có trị số bằng 0 thì giá trị của suất điện động là lớn nhất.	X	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [ a sai | b sai | c đúng | d đúng ] ..... □

**Câu 3.** Một khung dây dẫn phẳng có  $N$  vòng, diện tích mỗi vòng là  $S$ , có thể quay đều với tần số góc  $\omega$  quanh trục  $\Delta$  như hình 3.44. Biết tại thời điểm  $t = 0$  s thì góc  $\alpha = 0$  rad và khung dây được nối với điện trở  $R$  thành mạch điện kín.



Hình 3.44:

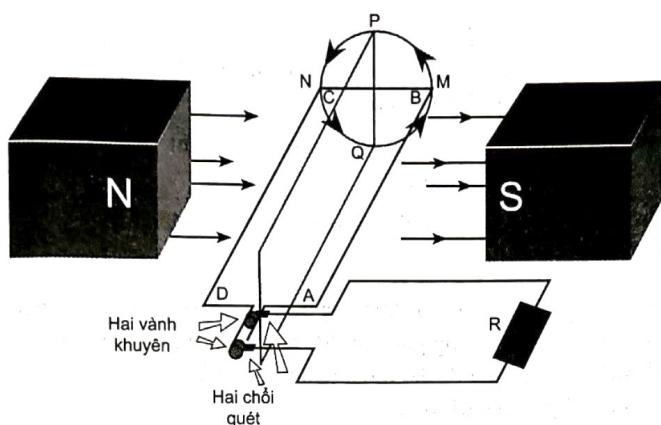
Các nhận định sau đây là đúng hay sai?

Phát biểu	D	S
a) Tần số dòng điện xoay chiều qua điện trở $R$ là $f = \frac{\omega}{2\pi}$ .	(X)	
b) Suất điện động cảm ứng ở hai đầu khung dây có dạng là $e_c = \omega NBS \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ .	X	
c) Cường độ dòng điện cực đại qua điện trở $R$ là $I_0 = \frac{\omega NBS}{R}$ .	(X)	
d) Độ lệch pha giữa điện áp đặt vào hai đầu điện trở và cường độ dòng điện qua điện trở là 0 rad.	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [ a đúng | b sai | c đúng | d đúng ] ..... □

**Câu 4.** Quan sát mô hình máy phát điện xoay chiều được mô tả như hình 3.45. Biết khung dây ABCD quay theo chiều MPNQ trong từ trường đều.



Hình 3.45:

Các nhận định sau đây là đúng hay sai?

Phát biểu	D	S
a) Vị trí của khung dây ABCD hiện tại có dòng điện chạy theo chiều từ A đến B.	(X)	
b) Khi BC quay đến vị trí PQ thì chiều dòng điện chạy theo cạnh BC có hướng từ P đến Q.	(X)	
c) Trong quá trình điểm B di chuyển từ M đến P thì cường độ dòng điện tức thời giảm.	(X)	
d) Dòng điện đổi chiều khi BC có vị trí trùng với đường thẳng PQ.	(X)	

 **Lời giải.**

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c đúng | d đúng] .....

**Câu 5.** Quan sát mô hình máy phát điện xoay chiều được mô tả như hình 3.45. Biết khung dây ABCD quay theo chiều MPNQ trong từ trường đều.

Các nhận định sau đây về suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây là đúng hay sai? Biết suất điện động có giá trị cực đại ở vị trí của khung dây hiện tại.

Phát biểu	D	S
a) Quá trình điểm B di chuyển từ M đến P thì suất điện động trên khung dây đang giảm.	(X)	
b) Khung dây có phương sao cho cạnh BC trùng với phương PQ thì suất điện động có giá trị âm.		X
c) Cạnh BC của khung dây trùng với phương MN thì suất điện động luôn có giá trị dương.		X
d) Quá trình khung dây quay có điểm B di chuyển từ Q đến M thì suất điện động đang tăng.	(X)	

 **Lời giải.**

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c sai | d đúng] .....

### 3 | Tự luận

**Câu 1.** Đặt điện áp xoay chiều có biểu thức  $u = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t)$  (V) vào một đoạn mạch chứa các linh kiện điện tử. Biểu thức cường độ dòng điện  $i = 5 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{12}\right)$  (A). Tính độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện.

 **Lời giải.**

Độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện là  $\Delta\varphi = \frac{\pi}{12}$  rad.

**Câu 2.** Cường độ dòng điện xoay chiều qua một đoạn mạch có biểu thức  $i = \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$  (mA). Hãy xác định cường độ dòng điện tại thời điểm ban đầu.

 **Lời giải.**

Tại thời điểm ban đầu ứng với  $t = 0$  s, ta có  $i \approx 0,87$  mA.

**Câu 3.** Mạng điện xoay chiều dân dụng ở Việt Nam có tần số 50 Hz. Hãy xác định số lần dòng điện đổi chiều trong 1 giờ.



 **Lời giải.**

Trong một chu kì, dòng điện đổi chiều 2 lần. Một giây tương ứng với 50 chu kì, do đó dòng điện sẽ đổi chiều 100 lần.

**Câu 4.** Một khung dây dẫn có diện tích  $50 \text{ cm}^2$  gồm 500 vòng dây quay đều với tốc độ  $2000 \text{ vòng/min}$  trong một từ trường đều  $\vec{B}$  có phương vuông góc với trục quay của khung và có độ lớn cảm ứng từ  $0,02 \text{ T}$ . Giá trị cực đại của suất điện động cảm ứng trong khung dây là bao nhiêu?

 **Lời giải.**

Giá trị cực đại của suất điện động cảm ứng là:

$$E_0 = NBS\omega = 500 \cdot 0,02 \cdot 0,005 \cdot 2\pi \cdot \frac{2000}{60} \approx 10,47 \text{ V.}$$

**Câu 5.** Một điện áp xoay chiều được đặt vào hai đầu của một điện trở có giá trị  $100 \Omega$ . Nhiệt lượng mà điện trở toả ra trong 5 phút là  $3600 \text{ J}$ . Điện áp cực đại có giá trị là bao nhiêu?

 **Lời giải.**

Điện áp hiệu dụng đặt vào hai đầu điện trở:

$$Q = \frac{U^2}{R}t \Rightarrow U = \sqrt{\frac{QR}{t}} = 20\sqrt{3} \text{ V.}$$

Điện áp cực đại đặt vào hai đầu điện trở:

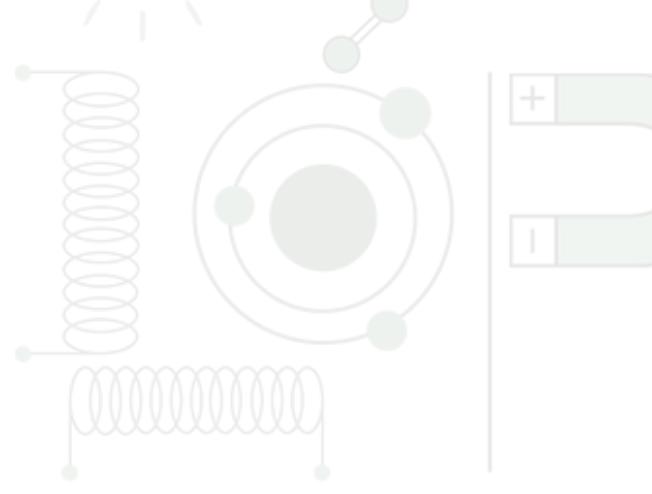
$$U_0 = U\sqrt{2} = 20\sqrt{6} \text{ V} \approx 49 \text{ V.}$$

**Câu 6.** Một khung dây phẳng, có 100 vòng dây, quay trong từ trường đều, sao cho trục quay của nó luôn vuông góc với đường sức từ, với tốc độ  $180 \text{ vòng/phút}$ . Xác định suất điện động cực đại ở hai đầu khung biết từ thông cực đại ghi qua một vòng dây có giá trị  $0,01 \text{ Wb}$ .

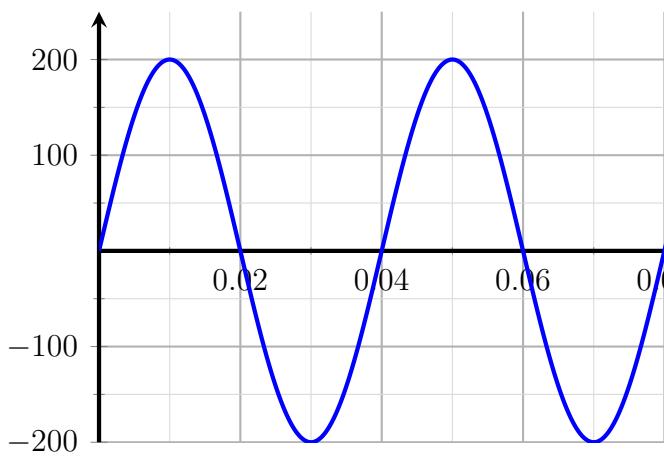
 **Lời giải.**

$$E_0 = \omega N\Phi_0 = 180 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot 100 \cdot 0,01 \approx 18,8 \text{ V.}$$

**Câu 7.** Đồ thị biểu diễn điện áp xoay chiều chạy qua một điện trở  $R = 50 \Omega$ .



# CÔ THẤP -



Tính:

- a) chu kì của điện áp xoay chiều;
- b) công suất tiêu thụ điện của điện trở;
- c) biểu thức của điện áp.

 **Lời giải.**

- a) Chu kì điện áp xoay chiều:  $T = 0,04 \text{ s}$ .
- b) Công suất tiêu thụ điện của điện trở:

$$\mathcal{P} = \frac{U^2}{R} = 400 \text{ W.}$$

- c) Biểu thức điện áp tức thời:  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_{0u})$ .

- ✓ Tần số góc:  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 50\pi \text{ rad/s}$ .
- ✓ Điện áp cực đại:  $U_0 = 200 \text{ V}$ .
- ✓ Pha ban đầu:  
Tại  $t = 0$  thì  $u = 0$  và đang tăng  $\Rightarrow \varphi_{0u} = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ .

Thay số ta được biểu thức điện áp tức thời  $u = 200 \cos\left(50\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (V)}$ .

**Câu 8.** Dòng điện xoay chiều chạy qua một đoạn mạch có biểu thức  $i = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ A}$ ,  $t$  tính bằng giây. Vào một thời điểm nào đó, dòng điện đang có cường độ tức thời bằng  $-2\sqrt{2} \text{ A}$  thì sau đó ít nhất bao lâu để dòng điện có cường độ tức thời bằng  $\sqrt{6} \text{ A}$ ?

 **Lời giải.**

Dùng vòng tròn lượng giác thu được  $\Delta t = \frac{5}{600} \text{ s}$ .

**Câu 9.** Một khung hình vuông cạnh  $a = 5 \text{ cm}$ , gồm 50 vòng dây đặt trong từ trường đều có  $B = 0,2 \text{ T}$ . Khung dây quay quanh trục với tốc độ góc  $10\pi \text{ rad/s}$  và tại  $t = 0 \text{ s}$ , mặt phẳng của khung vuông góc với cảm ứng từ  $\vec{B}$ . Viết biểu thức suất điện động xuất hiện trong khung.

 **Lời giải.**

- ✓ Biểu thức của từ thông qua khung dây:  $\Phi = \Phi_0 \cos(10\pi t + \varphi_0)$ .
- ✓ Với  $\Phi_0 = NBS = 50 \cdot 0,2 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 = 0,025 \text{ Wb}$ .
- ✓ Tại  $t = 0 \text{ s}$ :  $\varphi = (\vec{B}, \vec{n}) = 0 \text{ rad} \Rightarrow \Phi = 0,025 \cos(10\pi t) \text{ Wb}$ .
- ✓ Biểu thức suất điện động xuất hiện trong khung:

$$e_c = -\frac{d\Phi}{dt} = 0,785 \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (V).}$$

## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

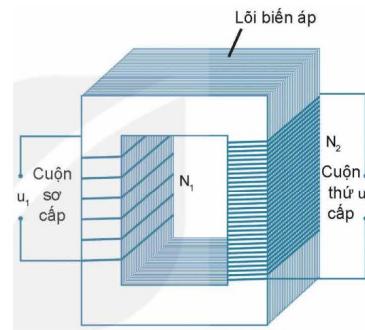
## 1 | Máy biến áp

**Khái niệm** Máy biến áp là thiết bị biến đổi điện áp của dòng điện xoay chiều (*nhưng không làm thay đổi tần số của dòng điện xoay chiều*).

## 1.1. Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động

## a) Cấu tạo

- ✓ Một lõi thép hình khung chữ nhật gồm nhiều lá thép mỏng ghép cách điện với nhau.
- ⚠ Phải dùng các lá sắt hoặc thép pha silicon ghép cách điện với nhau để giảm hao phí điện năng do dòng điện Foucault.
- ✓ Hai cuộn dây đồng có số vòng dây khác nhau quấn trên lõi thép. Một cuộn nối với mang điện xoay chiều gọi là **cuộn sơ cấp**. Cuộn kia nối với tải tiêu thụ điện gọi là **cuộn thứ cấp**.



Hình 3.46: Cấu tạo đơn giản của máy biến áp.

## b) Nguyên tắc hoạt động

Máy biến áp hoạt động dựa trên **hiện tượng cảm ứng điện từ**.

Dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn sơ cấp gây ra từ thông biến thiên qua cuộn thứ cấp, làm xuất hiện trong cuộn thứ cấp một suât điện động xoay chiều thay đổi theo thời gian. Khi đó, nếu đo điện áp xoay chiều  $u_2$  ở hai đầu cuộn thứ cấp thì thu được giá trị của nó thay đổi theo thời gian tương ứng. Nếu mạch thứ cấp kín thì có dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp.

## 1.2. Sự biến đổi điện áp và cường độ dòng điện

## a) Sự biến đổi điện áp

Tỉ số điện áp ở hai đầu cuộn thứ cấp và cuộn sơ cấp bằng tỉ số vòng dây hai cuộn:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (3.23)$$

trong đó

- ✓  $U_1; U_2$ : điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn sơ cấp và thứ cấp, đơn vị trong hệ SI là volt (V);
- ✓  $N_1; N_2$ : số vòng dây cuộn sơ cấp và thứ cấp.

## b) Sự biến đổi cường độ dòng điện

Nếu bỏ qua hao phí năng lượng trong máy biến áp thì:

$$\mathcal{P}_1 = \mathcal{P}_2 \Leftrightarrow U_1 I_1 = U_2 I_2.$$

Như vậy:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} \quad (3.24)$$

với  $I_1; I_2$  là cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn sơ cấp và thứ cấp.

### 1.3. Ứng dụng của máy biến áp

- ✓ Biến đổi điện áp phù hợp với nhu cầu sử dụng.
- ✓ Tăng điện áp khi truyền tải điện năng để giảm hao phí trên đường dây tải.
- ✓ Hàn điện, nấu chảy kim loại, ... trong đó cuộn sơ cấp có nhiều vòng dây tiết diện nhỏ, cuộn thứ cấp có ít vòng dây tiết diện lớn để tăng cường độ dòng điện qua tải ở cuộn thứ cấp.

## 2 | Truyền tải điện năng

Điện năng sản xuất từ nhà máy điện được truyền tải đến nơi tiêu thụ nhờ đường dây dẫn.

- ✓ Công suất tải đi trên đường dây dẫn:

$$\mathcal{P} = UI \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{\mathcal{P}}{U \cos \varphi} \quad (3.25)$$

trong đó:

- $U$ : điện áp hiệu dụng ở hai đầu đường truyền, đơn vị trong hệ SI là volt (V);
- $I$ : cường độ dòng điện hiệu dụng trên dây, đơn vị trong hệ SI là ampere (A);
- $\cos \varphi$ : hệ số công suất của đường dây truyền tải điện.

- ✓ Dây dẫn điện có điện trở  $r$ , do đó công suất hao phí do tỏa nhiệt trên đường dây là

$$\Delta \mathcal{P} = I^2 r = \frac{\mathcal{P}^2 r}{U^2 \cos^2 \varphi} \quad (3.26)$$

Với  $\mathcal{P}$  xác định, muốn giảm  $\Delta \mathcal{P}$  thì:

- giảm  $r$  bằng cách tăng tiết diện dây dẫn. Cách này không khả thi vì tốn kém.
- tăng  $U$  bằng cách dùng máy biến áp tăng điện áp ở nơi phát, ở nơi thu dùng máy biến áp để giảm điện áp. Cách này được sử dụng chủ yếu hiện nay.

- ✓ Độ giảm điện áp (độ giảm thế) trên đường dây

$$\Delta U = Ir \quad (3.27)$$

## B. VÍ DỤ MINH HOẠ

DẠNG  
1

Vận dụng được hệ thức liên hệ giữa điện áp và số vòng dây quấn trên hai cuộn dây

**VÍ DỤ 1**

Một máy biến áp dùng làm máy giảm áp gồm cuộn dây 100 vòng và cuộn dây 500 vòng. Bỏ qua mọi hao phí trên máy biến áp. Khi nối hai đầu cuộn sơ cấp với điện áp  $u = 100\sqrt{2} \cos 100\pi t$  V thì điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Vì là máy giảm áp nên  $N_2 < N_1 \Rightarrow N_1 = 500; N_2 = 100$ .

Điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn sơ cấp:  $U_1 = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 100$  V.

Điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn thứ cấp:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow U_2 = U_1 \frac{N_2}{N_1} = (100 \text{ V}) \cdot \frac{100}{500} = 20 \text{ V.}$$

**VÍ DỤ 2**

Một máy biến áp có cuộn sơ cấp 1000 vòng dây được mắc vào mạng điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 220 V. Khi đó, điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 484 V. Bỏ qua mọi hao phí trên máy biến áp. Xác định số vòng dây quấn trên cuộn thứ cấp.

**Lời giải.**

Số vòng dây quấn của cuộn thứ cấp:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = \frac{U_2}{U_1} N_1 = \frac{(484 \text{ V})}{(220 \text{ V})} \cdot 1000 = 2200 \text{ vòng.}$$

DẠNG

**2****Bài toán thay đổi số vòng dây quấn trên máy biến áp****VÍ DỤ 3**

Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của một máy biến áp lí tưởng (bỏ qua hao phí) một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 100 V. Ở cuộn thứ cấp, nếu giảm bớt  $n$  vòng dây thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của nó là  $U$ , nếu tăng thêm  $n$  vòng dây thì điện áp đó là  $2U$ . Nếu tăng thêm  $3n$  vòng dây ở cuộn thứ cấp thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của cuộn này bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Ban đầu:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{U_1}{100}.$$

Sau khi lần lượt giảm  $n$  vòng và tăng  $n$  vòng ở cuộn thứ cấp thì:

$$\begin{cases} \frac{N_1}{N_2 - n} = \frac{U_1}{U} \\ \frac{N_1}{N_2 + n} = \frac{U_1}{2U} \end{cases} \Rightarrow \frac{N_2 + n}{N_2 - n} = 2 \Rightarrow N_2 = 3n.$$



Khi quấn thêm  $3n$  vòng, ta có:

$$\frac{U_1}{U'_2} = \frac{N_1}{N_2 + 3n} = \frac{N_1}{2N_2} \Rightarrow \frac{2U_1}{U'_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{100} \Rightarrow U'_2 = 200 \text{ V.}$$

#### VÍ DỤ 4

Cuộn sơ cấp của máy biến áp hạ áp có 1200 vòng, điện áp xoay chiều đặt vào cuộn sơ cấp là 100 V. Theo tính toán thì điện áp hiệu dụng hai đầu thứ cấp để hở là 60 V nhưng vì có một số vòng dây của cuộn thứ cấp quấn theo chiều ngược lại so với đa số vòng còn lại nên điện áp hiệu dụng hai đầu thứ cấp chỉ là 40 V. Bỏ qua mọi hao phí trong máy biến áp. Xác định số vòng dây bị quấn ngược.

#### Lời giải.

Nếu quấn đúng thì số vòng dây cuộn thứ cấp là

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} \Leftrightarrow N_2 = \frac{N_1 U_2}{U_1} = 720 \text{ vòng.}$$

Gọi  $x$  là số vòng dây quấn sai.  $x$  vòng dây quấn sai này gây ra từ thông ngược với  $x$  vòng quấn đúng. Do đó, số vòng dây tham gia tạo ra suất điện động cảm ứng ở cuộn thứ cấp là  $N_3 = 720 - 2x$ .

$$\frac{U_1}{U_3} = \frac{N_1}{N_3} \Leftrightarrow \frac{100}{40} = \frac{1200}{720 - 2x} \Rightarrow x = 120 \text{ vòng.}$$

DẠNG  
3

#### Bài toán truyền tải điện năng

#### VÍ DỤ 5

Ở đầu đường dây tải điện người ta truyền đi công suất điện 36 MW với điện áp 220 kV. Điện trở tổng cộng của đường dây tải điện là  $20 \Omega$ . Coi cường độ dòng điện và điện áp biến đổi cùng pha. Công suất hao phí trên đường dây tải điện có giá trị bằng bao nhiêu?

#### Lời giải.

Do cường độ dòng điện và điện áp biến đổi cùng pha nên  $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0 \text{ rad}$ .

Công suất hao phí trên đường dây tải điện:

$$\Delta\mathcal{P} = \frac{\mathcal{P}^2 r}{U^2 \cos^2 \varphi} = \frac{(36 \cdot 10^6 \text{ W})^2 \cdot (20 \Omega)}{(220 \cdot 10^3 \text{ V})^2 \cos^2 0} = 0,54 \text{ MW.}$$

#### VÍ DỤ 6

Một đường dây có điện trở  $4 \Omega$  dẫn một dòng điện xoay chiều một pha từ nơi sản xuất đến nơi tiêu dùng. Hiệu điện thế hiệu dụng ở nguồn lúc phát ra là  $U = 10 \text{ kV}$ , công suất điện là  $400 \text{ kW}$ . Hệ số công suất của mạch điện là  $\cos \varphi = 0,8$ . Có bao nhiêu phần trăm công suất bị mất mát trên đường dây do toả nhiệt.

#### Lời giải.

Công suất bị mất mát trên đường dây do toả nhiệt:

$$\Delta\mathcal{P} = \frac{r\mathcal{P}^2}{U^2 \cos^2 \varphi}.$$

Phần trăm công suất bị mất mát trên đường dây do toả nhiệt:

$$\frac{\Delta \mathcal{P}}{\mathcal{P}} = \frac{r\mathcal{P}}{U^2 \cos^2 \varphi} = 2,5\%.$$

### Ví dụ 7

Một nông trại dùng các bóng đèn tóc loại 200 W – 200 V để thấp sáng và sưởi ấm vườn trồng thanh long vào ban đêm. Biết điện năng được truyền đến nông trại từ một trạm phát, giá trị điện áp hiệu dụng tại trạm phát này là 1000 V, đường dây một pha tải điện đến nông trại có điện trở thuần  $2\Omega$  và máy hạ áp tại nông trại là máy hạ áp lí tưởng. Coi rằng hao phí điện năng chỉ xảy ra trên đường dây tải. Số bóng đèn tối đa mà nông trại có thể sử dụng để các đèn vẫn sáng bình thường là bao nhiêu?

#### Lời giải.

Gọi công suất tại nơi phát là  $\mathcal{P}$ , công suất hao phí trên đường truyền là  $\Delta\mathcal{P}$  và số bóng đèn là  $n$ . Ta có:

$$\mathcal{P} - \Delta\mathcal{P} = 200n \Leftrightarrow \mathcal{P} - \frac{r\mathcal{P}^2}{U^2} = 200n \Leftrightarrow 2\mathcal{P}^2 - 10^5\mathcal{P} + 2 \cdot 10^7 = 0$$

Để phương trình trên có nghiệm  $\mathcal{P}$  thì  $\Delta = 10^{10} - 16 \cdot 10^7 n \geq 0 \Leftrightarrow n \leq 62,5$ .

Vậy số bóng đèn tối đa có thể sử dụng là 62 bóng.

## C. BÀI TẬP

### 1 Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Nhận định nào sau đây là **đúng** khi nói về dòng điện xoay chiều?

- (A) Dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi nhờ được sản xuất ở các nhà máy có công suất lớn.
- (B) Dòng điện xoay chiều có điện áp lớn nên được sử dụng rộng rãi.
- (C) **Dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi nhờ ưu thế dễ truyền tải đi xa nhờ máy biến áp.**
- (D) Dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi nhờ có nhiều tác dụng hơn dòng điện một chiều.

#### Lời giải.

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 2.** Nhận định nào sau đây là **đúng** khi nói về máy biến áp?

- (A) **Máy biến áp là thiết bị biến đổi điện áp xoay chiều nhưng không làm thay đổi tần số dòng điện.**
- (B) Máy biến áp là thiết bị biến đổi điện áp xoay chiều cả về độ lớn và tần số của dòng điện.
- (C) Máy biến áp là thiết bị không tiêu thụ điện năng, chỉ chuyển hóa điện áp của dòng điện.
- (D) Máy biến áp là thiết bị hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ có phần lõi sắt là nam châm vĩnh cửu.

#### Lời giải.

Chọn đáp án (A) .....

**Câu 3.** Nhận định nào sau đây là **không đúng** khi nói về vai trò của máy biến áp trong truyền tải điện năng?

- (A) **Máy biến áp có vai trò quan trọng trong chuyển đổi dòng một chiều thành dòng xoay chiều giúp dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi hiện nay.**
- (B) Máy biến áp có vai trò lớn trong truyền tải điện năng đi xa, giúp giảm hao phí trên đường truyền.
- (C) Máy biến áp có vai trò quan trọng trong truyền tải dòng điện xoay chiều giúp tăng điện áp trước khi truyền và giảm điện áp ở nơi sử dụng.
- (D) Máy biến áp có vai trò lớn trong việc giảm chi phí truyền tải điện năng từ nhà máy đến nơi sử dụng.



## Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 4.** Dối với máy biến áp lí tưởng, cuộn sơ cấp có  $N_1$  vòng dây, cuộn thứ cấp có  $N_2$  vòng dây. Cuộn thứ cấp nối với điện trở thành mạch kín, khi máy hoạt động, điện áp và cường độ dòng điện hiệu dụng ở cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là  $U_1$ ,  $I_1$  và  $U_2$ ,  $I_2$ . Mỗi liên hệ nào sau đây là **sai**?

- (A)**  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$ .      **(B)**  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_2}{U_1}$ .      **(C)**  $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$ .      **(D)**  $\frac{N_1}{U_1} = \frac{N_2}{U_2}$ .

## Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 5.** Để giảm bớt hao phí do tỏa nhiệt trên đường dây khi cần tải điện năng đi xa bằng dòng điện xoay chiều, có thể dùng biện pháp

- (A)** tăng hiệu điện thế ở nơi sản xuất điện lên  $n$  lần để giảm hao phí do tỏa nhiệt trên đường dây  $n^2$  lần.

**(B)** xây dựng nhà máy gần nơi tiêu thụ điện để giảm chiều dài đường dây truyền tải điện.

**(C)** giảm hiệu điện thế máy phát điện  $n$  lần để giảm cường độ dòng điện trên dây  $n$  lần, giảm công suất tỏa nhiệt xuống  $n^2$  lần.

**(D)** dùng dây dẫn bằng vật liệu siêu dẫn có đường kính lớn.

## Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 6.** Trong cuộn thứ cấp của máy biến áp có 1000 vòng dây quấn xuất hiện suât điện động bằng 600 V. Nếu máy biến áp được nối vào mạng điện với hiệu điện thế 120 V thì số vòng trong cuộn sơ cấp là

- (A)** 500 vòng.      **(B)** 400 vòng.      **(C)** 600 vòng.      **(D)** 200 vòng.

## Lời giải.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow N_1 = 200.$$

Chọn đáp án **(D)** .....

**Câu 7.** Một máy biến áp có cuộn sơ cấp gồm 3300 vòng dây. Mắc cuộn sơ cấp vào mạng điện xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng 220 V thì ở hai đầu cuộn thứ cấp để hở có một hiệu điện thế hiệu dụng 12 V. Bỏ qua hao phí của máy biến áp. Số vòng dây của cuộn thứ cấp bằng

- (A)** 360 vòng.      **(B)** 180 vòng.      **(C)** 120 vòng.      **(D)** 90 vòng.

## Lời giải.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow N_2 = 180.$$

Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 8.** Lỗi máy biến áp nóng lên khi hoạt động chủ yếu là do

**(A)** tác dụng nhiệt của dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn dây sơ cấp.

**(B)** tác dụng nhiệt của dòng điện xoay chiều chạy từ cuộn sơ cấp sang cuộn thứ cấp.

**(C)** tác dụng nhiệt của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong lõi thép khi có từ thông biến thiên qua lõi thép.

**(D)** tác dụng nhiệt của dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn thứ cấp nối với mạch ngoài.

## Lời giải.

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 9.** Máy hàn điện nấu chảy kim loại hoạt động theo nguyên tắc biến áp, trong đó số vòng dây và tiết diện dây của cuộn sơ cấp máy biến áp là  $N_1, S_1$ , của cuộn thứ cấp là  $N_2, S_2$ . So sánh nào sau đây là **đúng**?

- A**  $N_1 > N_2, S_1 < S_2$ .    **B**  $N_1 > N_2, S_1 > S_2$ .    **C**  $N_1 < N_2, S_1 < S_2$ .    **D**  $N_1 < N_2, S_1 > S_2$ .

**Lời giải.**

Máy hàn điện hoạt động theo nguyên tắc máy biến áp, trong đó cuộn sơ cấp gồm nhiều vòng dây tiết diện nhỏ, cuộn thứ cấp gồm ít vòng dây tiết diện lớn.

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 10.** Biến áp có cuộn sơ cấp 200 vòng, cuộn thứ cấp 10 vòng; điện áp và cường độ hiệu dụng ở mạch sơ cấp là 120 V và 0,5 A. Bỏ qua hao phí, điện áp và cường độ hiệu dụng ở cuộn thứ cấp là

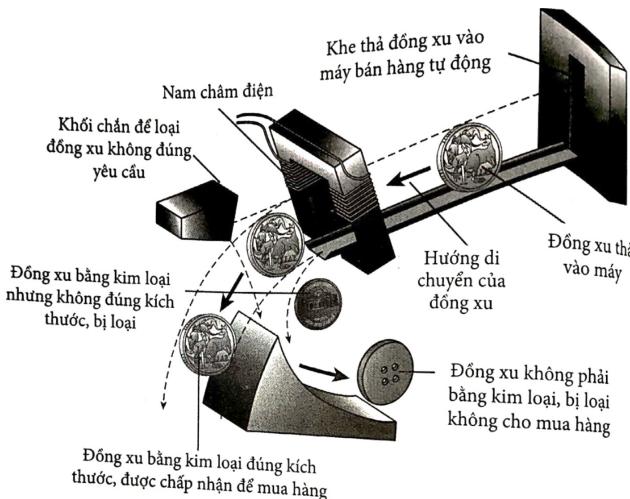
- A** 6V; 10 A.    **B** 60V; 5 A.    **C** 12V; 6 A.    **D** 12V; 3 A.

**Lời giải.**

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow U_2 = 6 \text{ V}, I_2 = 10 \text{ A.}$$

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 11.** Hình bên trình bày một sơ đồ phân loại đồng xu trong máy bán hàng tự động. Có một máng nghiêng cho đồng xu chuyển động từ khe thả đồng xu đến nam châm điện. Nếu không có lực nào cản chuyển động của đồng xu hoặc lực cản rất nhỏ thì đồng xu sẽ đập vào khối chắn, rơi theo hướng bị loại, không được chấp nhận để mua hàng.



Phát biểu nào sau đây là **đúng**?

- A** Đồng xu làm bằng kim loại khi đi qua nam châm điện sẽ có hiện tượng cảm ứng điện từ, sinh ra dòng cảm điện cảm ứng trong đồng xu.
- B** Chỉ cần đồng xu làm bằng kim loại với kích thước bất kì đều được chấp nhận để mua hàng.
- C** Đồng xu làm bằng nhựa có khối lượng bằng đồng xu kim loại khi qua nam châm điện đều có tốc độ như nhau.
- D** Không có dòng điện Foucault xuất hiện trong đồng xu kim loại khi đi qua nam châm điện.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 12.** Khi truyền tải điện năng bằng điện áp 6 kV thì hao phí điện năng là 50 %. Nếu tăng điện áp truyền tải lên 12 kV thì hao phí điện năng sẽ là

- A** 25 %.    **B** 12,5 %.    **C** 6,25 %.    **D** 10 %.

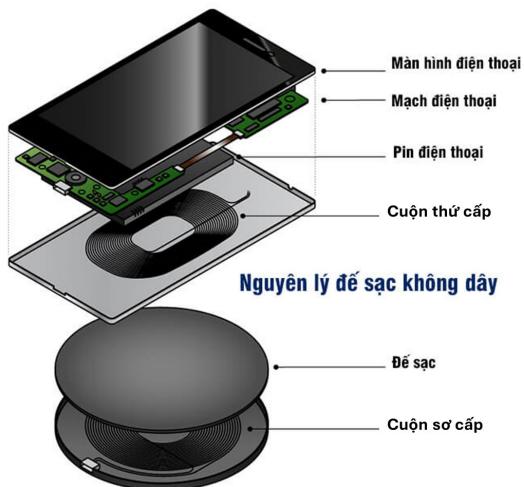
**Lời giải.**

$$\mathcal{P}_{\text{hp}} = \frac{\mathcal{P}^2 r}{U^2 \cos^2 \varphi} \Rightarrow \frac{\mathcal{P}'_{\text{hp}}}{\mathcal{P}_{\text{hp}}} = \left( \frac{U}{U'} \right)^2 = \frac{1}{4}.$$

Chọn đáp án (B) ..... □

## 2 Trắc nghiệm đúng/sai

**Câu 1.** Sạc không dây hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ như máy biến áp. Kết nối được thực hiện giữa hai cuộn cảm: dòng điện xoay chiều qua cuộn sơ cấp biến thiên sẽ sinh ra suất điện động cảm ứng trong cuộn thứ cấp để sạc pin điện thoại.



Phát biểu	D	S
a) Cuộn dây trong sạc không dây (cuộn sơ cấp) được nối với dòng điện xoay chiều để tạo ra từ trường cảm ứng.	(X)	
b) Từ trường cảm ứng tại cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp có cùng tần số.	(X)	
c) Sạc không dây có thể sử dụng nguồn điện một chiều được chuyển đổi qua mạch dao động để tạo ra từ trường biến thiên.	(X)	
d) Sạc không dây có thể hoạt động ngay cả khi điện thoại và sạc không tiếp xúc trực tiếp.	(X)	

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Đúng. Tần số ở cả hai cuộn như nhau vì nó được tạo ra bởi dòng điện xoay chiều của cùng một nguồn.
- c) Đúng. Mặc dù sạc không dây thường sử dụng dòng điện xoay chiều nhưng có thể sử dụng mạch dao động để chuyển đổi dòng một chiều thành dòng xoay chiều để tạo ra từ trường biến thiên cần thiết cho sạc không dây.
- d) Đúng. Sạc không dây sử dụng từ trường cảm ứng để truyền tải năng lượng, do đó không cần tiếp xúc chỉ cần chúng ở trong phạm vi từ trường.

Chọn đáp án [ a đúng | b đúng | c đúng | d đúng ] ..... □

**Câu 2.** Máy biến áp lí tưởng có

Phát biểu	D	S
a) số vòng dây ở cuộn dây mắc vào nguồn lớn hơn cuộn dây mắc với tải tiêu thụ là máy tăng áp.		X
b) cường độ dòng điện trong cuộn dây nối với nguồn lớn hơn cường độ trong cuộn dây nối với tải là máy tăng áp.	(X)	
c) công suất ở cuộn thứ cấp gần bằng công suất ở cuộn sơ cấp.	(X)	
d) cường độ dòng điện trong cuộn dây nối với tải tiêu thụ lớn hơn trong cuộn dây nối với nguồn là máy giảm áp.	(X)	

 **Lời giải.**

a) Sai. Từ  $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$ , khi  $N_1 > N_2$  thì  $U_1 > U_2$ : máy hạ áp.

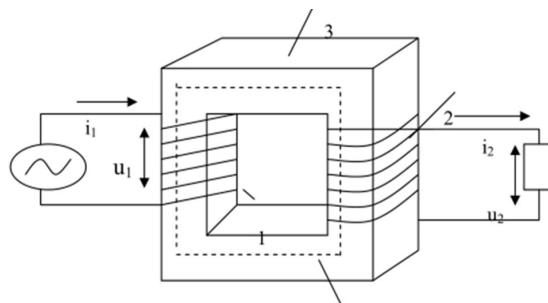
b) Đúng. Từ  $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$ , khi  $I_1 > I_2$  thì  $U_2 > U_1$ : máy tăng áp.

c) Đúng. Máy biến áp lí tưởng (bỏ qua hao phí) nên công suất ở cuộn thứ cấp bằng công suất ở cuộn sơ cấp.

d) Đúng. Từ  $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$ , khi  $I_2 > I_1$  thì  $U_1 > U_2$ : máy giảm áp.

Chọn đáp án [ a sai | b đúng | c đúng | d đúng ] ..... □

**Câu 3.** Hình bên là sơ đồ máy biến áp lí tưởng đơn giản. Cuộn dây 1 có 200 vòng và cuộn dây 2 có 3000 vòng. Cuộn 1 được nối với nguồn có dòng điện xoay chiều 30 A và điện áp 90 V.



Phát biểu	D	S
a) Máy biến áp trên là máy hạ áp.		X
b) Điện áp ở cuộn thứ cấp là 1350 V.	(X)	
c) Công suất ở cuộn sơ cấp là 2700 W.	(X)	
d) Cường độ dòng điện ở cuộn thứ cấp là 2 A.	(X)	

 **Lời giải.**

a) Sai. Vì số vòng dây trên cuộn thứ cấp nhiều hơn trên cuộn sơ cấp nên là máy tăng áp.



b) Đúng.  $U_2 = \frac{N_2}{N_1} U_1 = 1350$  V.

c) Đúng. Công suất ở cuộn sơ cấp là  $\mathcal{P}_1 = U_1 I_1 = 2700$  W.

d) Đúng.  $I_2 = \frac{\mathcal{P}_2}{U_2} = 2$  A.

Chọn đáp án [ a sai | b đúng | c đúng | d đúng ] ..... □

**Câu 4.** Khi truyền tải điện năng đi xa, cần giảm công suất hao phí trên đường dây tải điện.

Phát biểu	D	S
a) Dùng dây dẫn có tiết diện nhỏ.		X
b) Tăng điện áp ở nơi nhà máy điện.	(X)	
c) Dùng dây dẫn có điện trở suất nhỏ.	(X)	
d) Giảm điện áp ở nơi sử dụng điện.		X

**Lời giải.**

- a) Sai. Dùng dây dẫn có tiết diện nhỏ  $\rightarrow$  điện trở lớn  $\rightarrow$  toả nhiệt nhiều, đồng thời độ bền của dây kém.
- b) Đúng. Tăng điện áp ở nơi nhà máy điện.
- c) Đúng. Dùng dây dẫn có điện trở suất nhỏ  $\rightarrow$  điện trở nhỏ  $\rightarrow$  toả nhiệt ít.
- d) Sai. Lưới điện quốc gia sử dụng điện 220 V.

Chọn đáp án [ a sai | b đúng | c đúng | d sai ] ..... □

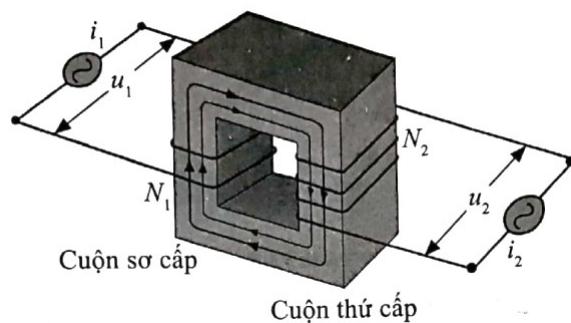
### 3 | Tự luận

**Câu 1.**

Máy biến áp là một thiết bị hoạt động theo nguyên lý cảm ứng điện từ nhằm thay đổi điện áp xoay chiều nhưng vẫn giữ nguyên tần số. Máy biến áp đóng vai trò rất quan trọng trong hệ thống truyền tải và phân phối điện năng. Cụ thể, để tối ưu hiệu suất của quá trình truyền tải điện năng đi xa và giảm thiểu hao phí trong quá trình này, việc sử dụng dòng điện xoay chiều với điện áp cao là cần thiết. Trước khi được truyền đi, điện áp cần được tăng lên thông qua máy tăng áp. Khi đến nơi tiêu thụ như khu công nghiệp hoặc khu dân cư, điện áp được hạ xuống thông qua máy hạ áp để phù hợp với nhu cầu sử dụng.

Cấu tạo máy biến áp gồm hai bộ phận chính hình bên: lõi thép và dây quấn. Lõi thép được chế tạo bởi vật liệu dẫn từ tốt, gồm nhiều lá thép ghép cách điện với nhau. Dây quấn thường làm bằng đồng hoặc nhôm, bên ngoài có bọc cách điện.

Nối cuộn dây sơ cấp của máy biến áp vào một điện áp xoay chiều  $u_1 = U_1 \cos(\omega t + \varphi_{u_1})$  thì trong cuộn



sơ cấp sẽ xuất hiện dòng điện sơ cấp  $i_1 = I_1 \cos(\omega t + \varphi_{i_1})$  và sinh ra từ thông  $\Phi(t) = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$ , từ thông này xuyên qua đồng thời cả hai dây quấn sơ cấp  $N_1$  và thứ cấp  $N_2$ . Theo định luật Faraday, chứng minh rằng, suất điện động xoay chiều xuất hiện trong dây quấn thứ cấp có cùng tần số với điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu cuộn dây sơ cấp.

### 💬 Lời giải.

Từ thông qua dây quấn thứ cấp là:  $\Phi_2(t) = N_2 \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$ . Trong cuộn thứ cấp xuất hiện suất điện động là:

$$e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = N_2 \Phi_0 \omega \sin(\omega t + \varphi)$$

Vậy suất điện động xoay chiều xuất hiện trong dây quấn thứ cấp có cùng tần số với điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu cuộn dây sơ cấp.

**Câu 2.** Một máy biến áp lý tưởng có 6000 vòng dây ở cuộn sơ cấp. Nó được sử dụng để chuyển đổi điện áp 230 V thành 9,0 V. Tính số vòng dây của cuộn thứ cấp.

### 💬 Lời giải.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = 235 \text{ vòng.}$$

**Câu 3.** Nếu đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 100 V vào hai đầu cuộn 1 của một máy biến áp thì đo được điện áp hai đầu cuộn 2 là 50 V. Nếu đặt điện áp có giá trị hiệu dụng 200 V vào hai đầu cuộn 2 thì điện áp hai đầu cuộn 1 là bao nhiêu?

### 💬 Lời giải.

$$\text{Ban đầu: } \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = 2.$$

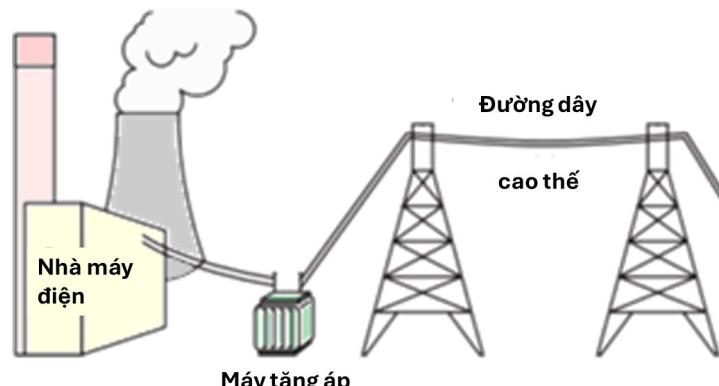
Khi đặt điện áp có giá trị hiệu dụng  $U'_1 = 200$  V vào hai đầu cuộn 2 thì:

$$\frac{U'_2}{U'_1} = \frac{N_1}{N_2} = 2 \Rightarrow U'_2 = 400 \text{ V.}$$

### Câu 4.

Ở các nhà máy phát điện, máy tăng áp thường được sử dụng để nâng điện áp từ mức trung thế (từ 10 kV đến 50 kV) lên mức cao thế (từ 110 kV đến 500 kV) trước khi truyền tải qua đường dây điện cao thế (hình bên).

Một nhà máy phát điện cung cấp điện năng với công suất  $P_0 = 20 \text{ MW}$  cho một thành phố cách nhà máy 24 km. Trước khi truyền tải, điện áp được sản xuất từ nhà máy điện có giá trị hiệu dụng khoảng 22 kV. Đường dây tải điện làm bằng đồng có điện trở suất  $1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  với tiết diện  $0,65 \text{ cm}^2$ .



Xem các hao phí năng lượng chỉ xảy ra trên điện trở đường dây tải điện. Hãy xác định chi phí phải chi trả do hao phí năng lượng xuất hiện trên dây trong một ngày (24 giờ) ở hai trường hợp sau và nhận xét.

- Diện áp từ nhà máy phát điện chưa được tăng qua máy biến áp và được truyền tải đi với điện áp là 22 kV.
- Diện áp từ nhà máy phát điện qua một máy tăng áp để nâng điện áp lên 220 kV trước khi truyền tải.

Lấy chi phí truyền tải trên đường dây đến thành phố đối với cả hai mức điện áp này là khoảng 145 đồng/kWh.

 **Lời giải.**

Điện trở của đường dây tải điện là:

$$R = \frac{\rho\ell}{S} = \frac{1,69 \cdot 10^{-8} \cdot 24 \cdot 10^3}{0,65 \cdot 10^{-4}} = 6,24 \Omega.$$

a) Cường độ dòng điện hiệu dụng là:

$$I = \frac{\mathcal{P}_0}{U} = \frac{20 \cdot 10^6}{22 \cdot 10^3} \approx 909,09 \text{ A.}$$

Công suất tỏa nhiệt trên dây dẫn là:

$$\mathcal{P}_R = I^2 R = 909,09^2 \cdot 6,24 \approx 5157,01 \text{ kW.}$$

Năng lượng nhiệt tỏa ra trên dây dẫn truyền tải điện trong một ngày (24 giờ) là:

$$Q = \mathcal{P}_R t = 5157,01 \cdot 24 = 123768,24 \text{ kW h.}$$

Giá thành cần phải bỏ ra do hao phí năng lượng nhiệt xuất hiện trên dây truyền tải trong một ngày là:  $123768,24 \cdot 145 \approx 17946395$  đồng.

b) Sau khi tăng áp, cường độ dòng điện hiệu dụng là:

$$I' = \frac{\mathcal{P}_0}{U'} = \frac{20 \cdot 10^6}{220 \cdot 10^3} \approx 90,91 \text{ A.}$$

Công suất tỏa nhiệt trên dây dẫn là:

$$\mathcal{P}'_R = I'^2 R = 90,91^2 \cdot 6,24 \approx 51,57 \text{ kW.}$$

Năng lượng nhiệt tỏa ra trên dây dẫn truyền tải điện trong một ngày (24 giờ) là:

$$Q' = \mathcal{P}'_R t = 51,57 \cdot 24 = 1237,68 \text{ kW h.}$$

Giá thành cần phải bỏ ra do hao phí năng lượng nhiệt xuất hiện trên dây truyền tải trong một ngày là:

$$1237,68 \cdot 145 \approx 179464 \text{ đồng.}$$

**Câu 5.** Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của máy biến áp lí tưởng (bỏ qua hao phí) một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 100V. Ở cuộn thứ cấp, nếu giảm bớt  $n$  vòng dây thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của nó là  $U$ , nếu tăng thêm  $n$  vòng dây thì điện áp đó là  $2U$ . Nếu tăng thêm  $1,5n$  vòng dây ở cuộn thứ cấp thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của cuộn này bằng bao nhiêu volt?

 **Lời giải.**

Ta có:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{N_2 U_1}{N_1} = 100 \text{ V} \quad (3.28)$$

$$\frac{N_1}{N_2 - n} = \frac{U_1}{U} \quad (3.29)$$

$$\frac{N_1}{N_2 + n} = \frac{U_1}{2U} \quad (3.30)$$

Từ (3.29) và (3.30)

$$\Rightarrow N_2 = 3n \quad (3.31)$$

$$\frac{N_1}{N_2 + 1,5n} = \frac{U_1}{U_3} \Rightarrow U_3 = \frac{U_1}{N_1} (N_2 + 1,5n) \quad (3.32)$$

Từ (4.22), (3.31), (3.32)  $\Rightarrow U_3 = 150 \text{ V.}$

## A. CÂU TRẮC NGHIỆM NHIỀU PHƯƠNG ÁN LỰA CHỌN

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 18. Mỗi câu thí sinh chọn một phương án

**Câu 1.** Tương tác nào sau đây **không phải** là tương tác từ?

- (A) Tương tác giữa hai dòng điện.
- (B) Tương tác giữa thanh sắt hút nam châm.
- (C) Tương tác giữa nam châm và dòng điện.
- (D) Tương tác giữa Trái Đất hút một nam châm.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (D) ..... □

**Câu 2.** Cảm ứng từ của một dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài tại một điểm M có độ lớn tăng khi

- (A) M dịch chuyển theo một đường sức từ.
- (B) M dịch chuyển theo hướng vuông góc với dây và ra xa dây.
- (C) M dịch chuyển theo đường song song với dây.
- (D) M dịch chuyển theo hướng vuông góc với dây và lại gần dây.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (D) ..... □

**Câu 3.** Từ trường **không** có xung quanh

- (A) nam châm tự nhiên.
- (B) một điện tích đứng yên.
- (C) một đoạn dây dẫn có dòng điện.
- (D) nam châm điện.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (B) ..... □

**Câu 4.** Một đoạn dây có dòng điện được đặt trong từ trường đều có vector cảm ứng từ  $\vec{B}$ . Để lực từ tác dụng lên dây cực đại thì góc  $\alpha$  giữa dây dẫn và  $\vec{B}$  phải bằng

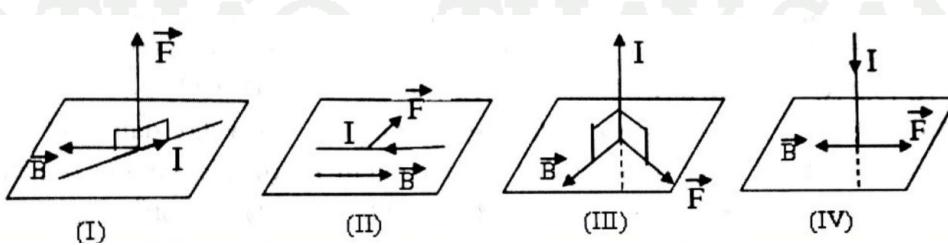
- (A)  $\alpha = 0^\circ$ .
- (B)  $\alpha = 30^\circ$ .
- (C)  $\alpha = 60^\circ$ .
- (D)  $\alpha = 90^\circ$ .

☞ **Lời giải.**

Lực điện từ tác dụng lên đoạn dây dẫn chiều dài  $\ell$  có dòng điện  $I$  chạy qua được đặt trong một từ trường đều  $\vec{B}$  và góc hợp với  $\vec{B}$  là  $\alpha$  bằng:  $F = I\ell B \sin \alpha \Rightarrow F = F_{\max}$  khi  $\sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$ .

Chọn đáp án (D) ..... □

**Câu 5.** Trong các hình vẽ sau về chiều của cảm ứng từ  $B$ , dòng điện  $I$ , lực từ  $F$ . Hình vẽ nào **đúng**?



- (A) Hình III.

- (B) Hình I, II.

- (C) Hình I, III.

- (D) Hình II, IV.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (C) ..... □

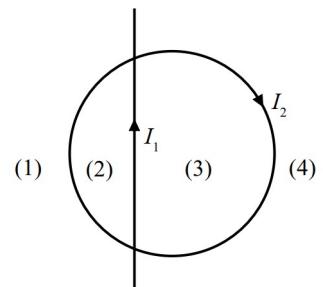
**Câu 6.** Một đoạn dây dẫn thẳng dài 20 cm mang dòng điện 5 A đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ  $B = 0,3$  T. Lực từ tác dụng lên đoạn dây có giá trị 0,15 N. Đoạn dây hợp với vector cảm ứng từ một góc là

**A**  $20^\circ$ .**B**  $25^\circ$ .**C**  $30^\circ$ .**D**  $45^\circ$ .**Lời giải.**

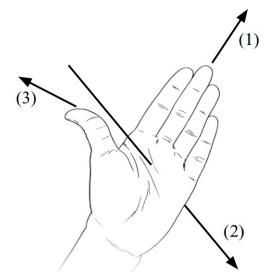
$$\sin \alpha = \frac{F}{I\ell B} = 0.5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ.$$

Chọn đáp án **C** ..... □**Câu 7.**

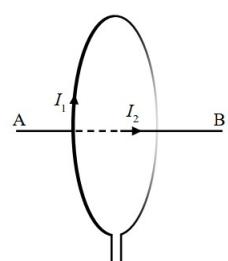
Một dây dẫn thẳng mang dòng điện  $I_1$  và một dây dẫn tròn mang dòng điện  $I_2$  được bố trí trong không gian như hình bên. Trong những vùng không gian nào, vector cảm ứng từ do hai dòng điện gây ra có chiều ngược nhau?

**A** Vùng (1) và (3).**C** Vùng (1) và (4).**B** Vùng (2) và (4).**D** Vùng (2) và (3).**Lời giải.**Chọn đáp án **B** ..... □**Câu 8.**

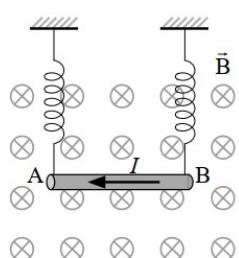
Hình bên mô tả quy tắc bàn tay trái dùng để xác định phương, chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường. Theo quy tắc này, các hướng (1), (2), (3) là

**A** (1) lực từ; (2) vector cảm ứng từ; (3) dòng điện.**B** (1) vector cảm ứng từ; (2) dòng điện; (3) lực từ.**C** (1) dòng điện; (2) vector cảm ứng từ; (3) lực từ.**D** (1) dòng điện; (2) lực từ; (3) vector cảm ứng từ.**Lời giải.**Chọn đáp án **C** ..... □**Câu 9.**

Một vòng dây phẳng có dạng hình tròn đặt trong không khí, bán kính 10 cm, bên trong có dòng điện chạy qua với cường độ  $I_1 = 2,0 \text{ A}$ . Một đoạn dây dẫn thẳng AB mang dòng điện có cường độ  $I_2 = 1,0 \text{ A}$  đặt xuyên qua tâm khung dây và vuông góc với mặt phẳng khung dây như hình bên. Lực từ tác dụng lên đoạn dây có độ lớn

**A** 0 N.**B** 0,2 N.**C** 0,4 N.**D**  $8 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ .**Lời giải.**Chọn đáp án **A** ..... □**Câu 10.**

Đoạn dây AB có khối lượng  $m$  và độ dài  $\ell$ ; hai lò xo giống hệt nhau và có cùng độ cứng  $k$  được bố trí như hình bên. Nếu độ dãn của hai lò xo tăng từ  $x_0$  đến  $x$  khi có dòng điện cường độ  $I$  chạy từ B sang A thì cảm ứng từ có độ lớn bằng

**A**  $\frac{mg}{I\ell}$ .**B**  $\frac{mgx}{I\ell}$ .**C**  $\frac{mgI}{\ell x_0}$ .**D**  $\frac{mg}{I\ell} \left( \frac{x-x_0}{x_0} \right)$ .

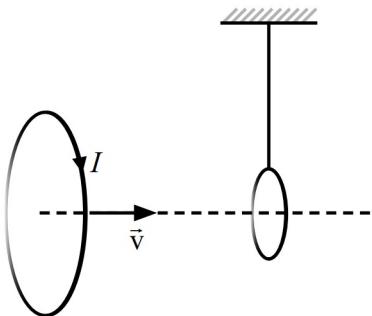
**Lời giải.**

Chọn đáp án **(D)** .....

**Câu 11.**

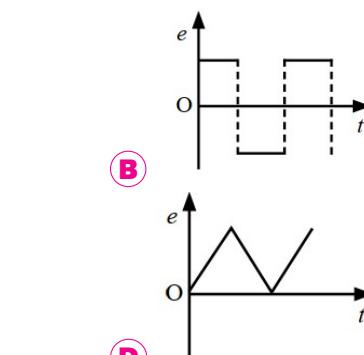
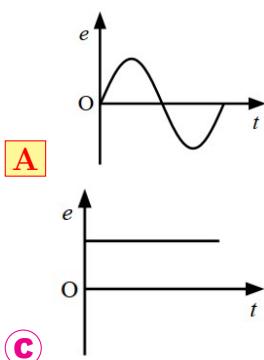
Một vòng dây dẫn hình tròn nhỏ được treo lơ lửng bởi một sợi dây cách điện. Một vòng dây dẫn khác đồng trục với vòng dây nhỏ, mang dòng điện  $I$ , dịch chuyển đến gần vòng dây nhỏ như hình bên. Vòng dây nhỏ sẽ

- (A)** bị hút về phía vòng dây lớn.
- (B)** bị đẩy bởi vòng dây lớn.
- (C)** không chịu tác dụng của lực nào.
- (D)** đứng yên.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 12.** Một khung dây dẫn quay xung quanh một trục trong một mặt phẳng vuông góc với các đường sức của một từ trường đều với tốc độ góc không đổi. Đồ thị nào dưới đây biểu diễn sự phụ thuộc thời gian của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung?

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 13.** Một khung dây phẳng gồm  $N$  vòng dây, tiết diện hình tròn có bán kính  $r$ . Khung dây được đặt trong một từ trường đều có vector cảm ứng  $\vec{B}$  vuông góc với mặt phẳng tiết diện của nó. Từ thông qua khung dây được xác định bởi biểu thức nào sau đây?

- (A)**  $NB\pi r^2$ .
- (B)**  $\frac{1}{2}NB\pi r^2$ .
- (C)**  $B\pi r^2$ .
- (D)**  $\frac{1}{2}B\pi r^2$ .

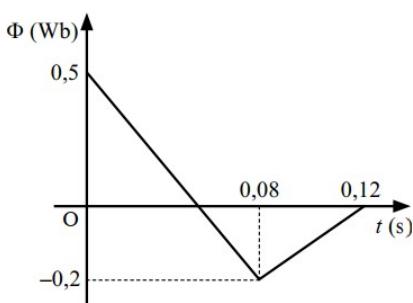
**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 14.**

Từ thông gửi qua mặt giới hạn của một khung dây dẫn được đặt trong từ trường có giá trị biến thiên theo thời gian được mô tả trong đồ thị ở hình bên. Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây có độ lớn cực đại là

- (A)** 5 V.
- (B)** 10 V.
- (C)** 8,75 V.
- (D)** 4,16 V.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 15.** Nội dung nào sau đây về mô hình sóng điện từ là **không** chính xác?

- (A) Từ trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện điện trường xoáy trong không gian.
- (B) Điện trường biến thiên làm xuất hiện từ trường biến thiên.
- (C) Điện từ trường lan truyền trong không gian gọi là sóng điện từ.
- D** Sóng điện từ không truyền được trong chân không.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **D** .....

**Câu 16.** Thiết bị nào sau đây chỉ hoạt động với dòng điện xoay chiều?

- (A) Bóng đèn.
- (B) Động cơ điện.
- C** Máy biến áp.
- (D) Chuông điện.

**Lời giải.**

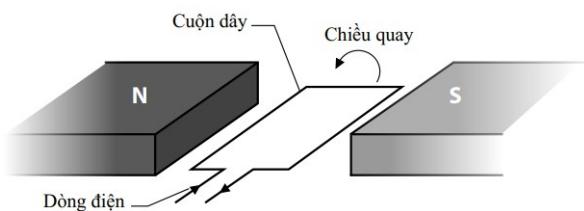
Chọn đáp án **C** .....

**Câu 17.**

Một cuộn dây phẳng, hình chữ nhật được đặt giữa hai cực của nam châm. Cho dòng điện đi qua cuộn dây thì cuộn dây quay xung quanh trục của nó theo chiều như hình dưới.

Điều nào sau đây sẽ làm cho cuộn dây quay theo chiều ngược lại?

- (A) Giảm cường độ dòng điện đi qua cuộn dây.
- (B) Tăng số vòng dây quấn của cuộn dây.
- C** Đảo chiều của dòng điện đi qua cuộn dây.
- (D) Đảo chiều của dòng điện đi qua cuộn dây, đồng thời đảo hai cực của nam châm.



**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....

**Câu 18.** Một dòng điện xoay chiều có cường độ phụ thuộc thời gian theo phương trình:  $i = 2 \cos(100\pi t)$  A. Trong giây đầu tiên kể từ gốc thời gian ( $t = 0$ ), dòng điện này đổi chiều bao nhiêu lần?

- (A) 2.
- (B) 50.
- C** 100.
- (D) 99.

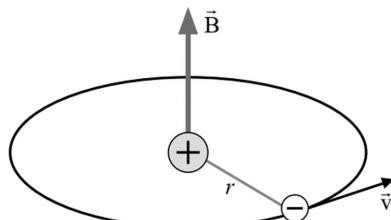
**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....

## B. CÂU TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 4. Trong mỗi ý **a), b, c), d)** ở mỗi câu, thí sinh chọn đúng hoặc sai

**Câu 1.** Theo lí thuyết cổ điển, mô hình nguyên tử hydrogen gồm electron quay quanh hạt nhân trên quỹ đạo tròn có bán kính  $5,3 \cdot 10^{-11}$  m với tốc độ  $v$ .

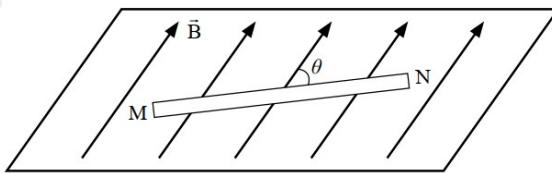


Phát biểu	D	S
a) Sự chuyển động của electron quanh hạt nhân tạo nên một dòng điện tròn.	X	
b) Tốc độ của electron không phụ thuộc vào chuyển động nhiệt của nguyên tử hydrogen.	X	
c) Chiều của vector cảm ứng từ do dòng điện này tạo ra tại tâm của nguyên tử được biểu diễn như hình bên.		X
d) Độ lớn cảm ứng từ do dòng điện này gây ra tại vị trí hạt nhân có giá trị không đổi.	X	

 **Lời giải.**

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c sai | d đúng] .....

**Câu 2.** Một đoạn dây dẫn MN có khối lượng  $m$ , độ dài  $L$ , mang dòng điện  $I$ , được giữ lơ lửng trong một mặt phẳng nằm ngang nhờ một từ trường đều có các đường sức từ hợp một góc  $\theta$  với đoạn dây và cũng nằm trong mặt phẳng nằm ngang như hình sau.

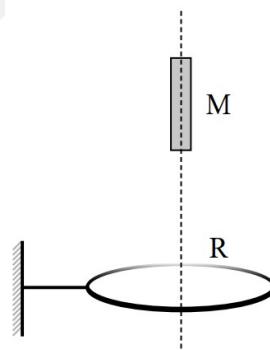


Phát biểu	D	S
a) Dòng điện qua đoạn dây có chiều từ M sang N.	X	
b) Cường độ dòng điện qua đoạn dây là $I = \frac{mg}{BL \sin \theta}$ .	X	
c) Khi đoạn dây quay tròn trong mặt phẳng nằm ngang thì lực từ tác dụng lên nó có độ lớn không đổi.		X
d) Nếu đồng thời đổi chiều của các đường sức từ và chiều dòng điện thì lực từ tác dụng lên đoạn dây vẫn có chiều như cũ.	X	

 **Lời giải.**

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c sai | d đúng] .....

**Câu 3.** Một nam châm nhỏ  $M$  được thả rơi xuyên qua một vòng dây  $R$  lắp cố định. Gọi  $g$  là gia tốc rơi tự do.

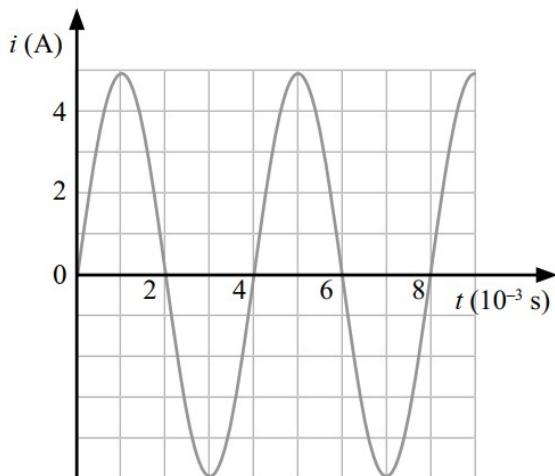


Phát biểu	D	S
a) Gia tốc của vật $M$ sẽ lớn hơn $g$ khi nó ở phía trên $R$ và đang chuyển động về phía $R$ .		X
b) Gia tốc của vật $M$ sẽ nhỏ hơn $g$ khi nó ở phía dưới $R$ và đang chuyển động ra xa $R$ . (X)	(X)	
c) Khi nam châm $M$ đang rơi, trong vòng dây xuất hiện suât điện động cảm ứng.	(X)	
d) Khi nam châm $M$ đang rơi, dòng điện cảm ứng xuất hiện trong vòng dây $R$ có chiều kim đồng hồ khi nhìn từ trên xuống.		X

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c đúng | d sai] .....

**Câu 4.** Dòng điện do một máy phát điện tạo ra có cường độ biến theo thời gian được cho trong hình bên.



Phát biểu	D	S
a) Dòng điện được tạo ra là dòng điện xoay chiều. (X)	(X)	
b) Chu kỳ của dòng điện là 4 s.		X
c) Cường độ dòng điện hiệu dụng có giá trị $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ A. (X)	(X)	
d) Phương trình của dòng điện là: $i = 5 \cos \left( 500\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$ (A). (X)	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d đúng] .....

### C. CÂU TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 6

**Câu 1.** Trong một thí nghiệm đo cảm ứng từ bằng phương pháp cân "dòng điện" với chiều dài tương đương đoạn dây dẫn đặt trong từ trường của nam châm là 10 m và góc  $\theta = 90^\circ$ , người ta thu được kết quả như sau:

Lần đo	Cường độ dòng điện (A)	Lực từ (N)
1	0,1	0,02
2	0,2	0,05
3	0,3	0,07

Giá trị trung bình của độ lớn cảm ứng từ trong thí nghiệm trên là bao nhiêu T? (Kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần trăm.)

Dáp án: 0,02

💬 Lời giải.

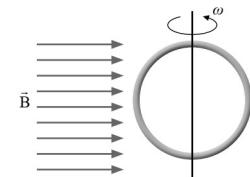
**Câu 2.** Một đoạn dây dẫn thẳng có khối lượng trên đơn vị độ dài là  $0,5 \text{ g/cm}$  mang dòng điện  $2 \text{ A}$  chạy trên phương ngang. Cần một từ trường có độ lớn tối thiểu bằng bao nhiêu T để giữ cho sợi dây này không rơi xuống? Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . (Kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần trăm.)

Dáp án: 0,25

💬 Lời giải.

**Câu 3.**

Một vòng dây tròn tiết diện  $20 \text{ cm}^2$  được lắp một trục thẳng đứng và quay tròn xung quanh trục đó với tốc độ góc  $\omega$  không đổi trong một từ trường đều  $B = 0,05 \text{ T}$  có các đường sức từ vuông góc với trục quay của vòng dây (hình bên). Từ thông cực đại qua vòng dây là bao nhiêu mWb? (Kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần mười.)



Dáp án: 0,1

💬 Lời giải.

**Câu 4.** Một khung dây phẳng có diện tích tiết diện  $40 \text{ cm}^2$ , gồm 800 vòng dây. Trong khoảng thời gian  $1,0 \text{ ms}$ , khung dây quay từ vị trí có mặt phẳng khung dây vuông góc với các đường sức từ đến vị trí có mặt phẳng khung dây song song với các đường sức từ của một từ trường đều có độ lớn  $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ . Độ lớn suất điện động cảm ứng trung bình xuất hiện trong khung dây là bao nhiêu V? (Kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần mười.)

Dáp án: 1,6

💬 Lời giải.

**Câu 5.** Trong thiên văn học, người ta có thể lập bản đồ các đám mây khí hydrogen trong vũ trụ bằng cách dò tìm sóng điện từ có bước sóng  $21 \text{ cm}$  do những đám mây này phát ra và lan truyền trong không gian. Tần số của sóng điện từ này là bao nhiêu GHz? (Kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần trăm.)

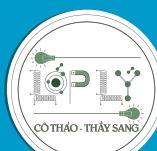
Dáp án: 1,43

💬 Lời giải.

**Câu 6.** Cho một dòng điện xoay chiều  $i = 4\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (A)}$  đi qua một vật dẫn có điện trở không đổi  $R = 1200 \Omega$ . Nhiệt lượng tỏa ra bởi dòng điện trên vật dẫn trong thời gian 15 phút là bao nhiêu MJ? (Kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần mười.)

Dáp án: 17,3

💬 Lời giải.



12

## TÀI LIỆU VẬT LÝ 12

Chương 4

## VẬT LÍ HẠT NHÂN

K12 – CHƯƠNG 4

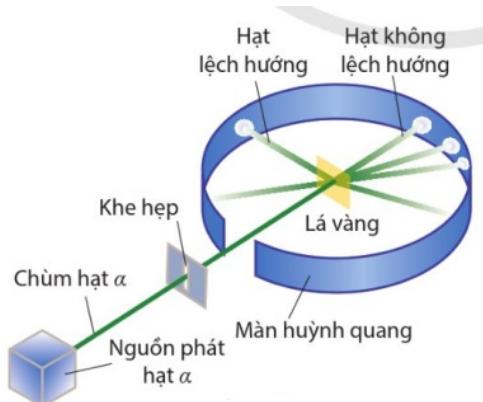
## §19. CẤU TẠO HẠT NHÂN

## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

## 1 | Mô hình đơn giản của nguyên tử

1.1. Thí nghiệm tán xạ hạt  $\alpha$ 

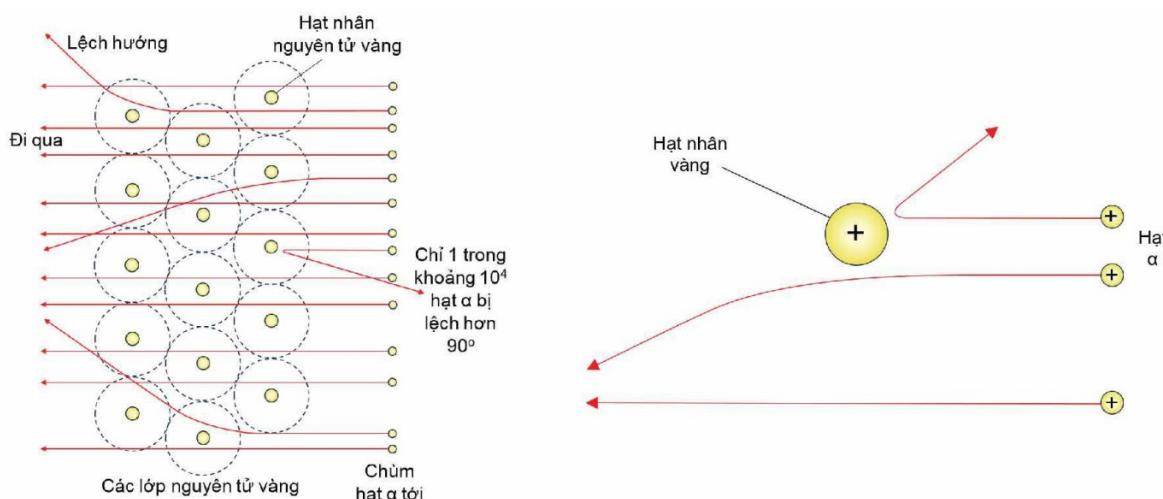
Năm 1911, Ernest Rutherford đã tiến hành thí nghiệm bắn chùm hạt  $\alpha$  lên lá vàng mỏng.



Hình 4.1: Sơ đồ thí nghiệm.

## a) Kết quả

Hầu hết các hạt  $\alpha$  đi thẳng nhưng có một số ít hạt lệch so với hướng đi ban đầu (bị tán xạ) theo các góc khác nhau.



Hình 4.2: Minh họa kết quả thí nghiệm tán xạ hạt  $\alpha$ .

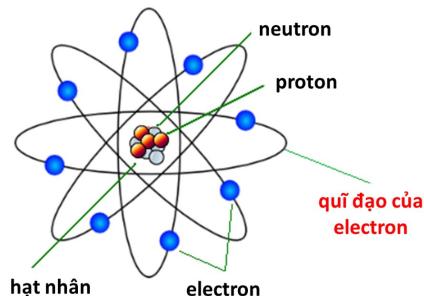


### b) Nhận xét từ kết quả thí nghiệm

Phần lớn không gian bên trong nguyên tử là rỗng, toàn bộ điện tích dương trong nguyên tử chỉ tập trung tại một vùng có bán kính rất nhỏ nằm ở tâm của nguyên tử, là hạt nhân của nguyên tử.

## 1.2. Mô hình đơn giản của nguyên tử

Từ thí nghiệm tán xạ hạt  $\alpha$ , Rutherford đã đưa ra mô hình hành tinh nguyên tử:



- ✓ Nguyên tử có cấu trúc rỗng, với hạt nhân nguyên tử nằm ở tâm;
- ✓ Khối lượng nguyên tử tập trung chủ yếu ở hạt nhân;
- ✓ Diện tích hạt nhân có giá trị dương;
- ✓ Các electron chuyển động trên các quỹ đạo tròn xung quanh hạt nhân.

## 2 | Cấu tạo hạt nhân

### 2.1. Nucleon

Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo bởi các nucleon. Có hai loại nucleon:

- ✓ Proton: kí hiệu  $p$ , mang điện tích nguyên tố dương  $+e$ , khối lượng  $m_p \approx 1,673 \cdot 10^{-27}$  kg.
- ✓ Neutron: kí hiệu  $n$ , không mang điện, khối lượng  $m_n \approx 1,675 \cdot 10^{-27}$  kg.

Tổng số các nucleon trong hạt nhân được gọi là số khối:

$$A = Z + N \quad (4.1)$$

trong đó

- ✓  $A$ : số khối;
- ✓  $Z$ : số proton = số thứ tự của nguyên tố đang xét trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, được gọi là số hiệu nguyên tử;
- ✓  $N$ : số neutron trong hạt nhân.

### 2.2. Kí hiệu hạt nhân

Hạt nhân của nguyên tử nguyên tố hóa học  $X$  được kí hiệu là  ${}^A_Z X$ .

### 2.3. Đơn vị

**Khái niệm** Đồng vị là những nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng số proton  $Z$  nhưng có số neutron  $N$  khác nhau.

**Ví dụ:** Carbon có 3 đồng vị chính là  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^{13}_6\text{C}$  và  $^{14}_6\text{C}$ . Trong đó,  $^{12}_6\text{C}$  và  $^{13}_6\text{C}$  là đồng vị bền, chiếm khoảng 99 % lượng carbon trong tự nhiên,  $^{14}_6\text{C}$  là đồng vị phóng xạ.

**A** Các đồng vị có cùng tính chất hóa học (do có cùng vị trí trong bảng phân loại tuần hoàn) và có tính chất vật lí nói chung khác nhau.

#### 2.4. Kích thước hạt nhân

Hạt nhân được coi là hình cầu có bán kính

$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}} \quad (4.2)$$

với  $A$  là số khối hạt nhân và  $R_0 = 1,2 \text{ fm} = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ .

Thể tích của hạt nhân

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi R_0^3 A. \quad (4.3)$$

### B. VÍ DỤ MINH HỌA

DẠNG  
1

Biểu diễn được kí hiệu hạt nhân của nguyên tử bằng số nucleon và số proton

#### ✓ VÍ DỤ 1

Cho hai hạt nhân  ${}_2^4\text{He}$  và  ${}_{15}^{31}\text{P}$ . Biết độ lớn điện tích nguyên tố là  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . Xác định số neutron và điện tích của mỗi hạt nhân.

**Lời giải.**

Hạt nhân  ${}_2^4\text{He}$  có  $A = 4$ ;  $Z = 2$  nên

- ✓ Số neutron là  $N = A - Z = 2$ .
- ✓ Điện tích  $q = +Ze = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

Hạt nhân  ${}_{15}^{31}\text{P}$  có  $A = 31$ ;  $Z = 15$  nên

- ✓ Số neutron là  $N = A - Z = 16$ .
- ✓ Điện tích  $q = +Ze = 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ C}$ .

#### ✓ VÍ DỤ 2

Nếu coi hạt nhân là một quả cầu thì hạt nhân thiếc (tin)  ${}_{50}^{120}\text{Sn}$  có bán kính và thể tích xấp xỉ bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Bán kính hạt nhân:

$$R = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{\frac{1}{3}} \approx 5,92 \cdot 10^{-15} \text{ m}.$$

Thể tích của hạt nhân:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \approx 8,686 \cdot 10^{-43} \text{ m}^3.$$

**VÍ DỤ 3**

Coi khối lượng hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của nó và  $1\text{u} = 1,660\,55 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$ . Tính khối lượng riêng của hạt nhân helium  ${}_2^4\text{He}$  và hạt nhân chì (lead)  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ .

**Lời giải.**

Khối lượng riêng của hạt nhân:

$$D = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{A \cdot u}{\frac{4}{3}\pi R_0^3 A} = \frac{u}{\frac{4}{3}\pi R_0^3}.$$

Như vậy, nếu xem khối lượng hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của nó thì các hạt nhân có khối lượng riêng như nhau:

$$D_{\text{He}} = D_{\text{Pb}} = \frac{(1,660\,55 \cdot 10^{-27}\text{ kg})}{\frac{4}{3}\pi \cdot (1,2 \cdot 10^{-15}\text{ m})^3} \approx 2,29 \cdot 10^{17}\text{ kg/m}^3.$$

**VÍ DỤ 4**

Một nguyên tử X có tổng số hạt là 137, trong đó số hạt mang điện nhiều hơn số hạt trung hoà về điện là 31. Xác định số proton; số neutron và số nucleon của hạt nhân nguyên tử X.

**Lời giải.**

Các hạt mang điện trong nguyên tử là electron và proton. Trong đó, số proton = số electron =  $Z$ . Theo đề bài, ta có:

$$\begin{cases} 2Z + N = 137 \\ 2Z - N = 31 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z = 42 \\ N = 53 \end{cases}$$

Số nucleon trong hạt nhân X là:

$$A = Z + N = 95.$$

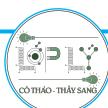
DẠNG  
**2****Xác định tỉ lệ đồng vị của một nguyên tố****VÍ DỤ 5**

Bạc (silver) có hai đồng vị ổn định: đồng vị 107 Ag có khối lượng nguyên tử là 106,905 095 u chiếm 51,83 %, còn lại là đồng vị 109 Ag có khối lượng nguyên tử là 108,904 754 u. Tính khối lượng nguyên tử trung bình của bạc.

**Lời giải.**

Khối lượng trung bình của nguyên tử bạc:

$$\overline{m} = \frac{106,905\,095\text{ u} \cdot 51,83 + 108,904\,754\text{ u} \cdot 48,17}{100} \approx 107,868\,331\text{ u}.$$



## C. BÀI TẬP

## 1 Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Hạt nhân nguyên tử gồm

- (A) electron và proton.  
 (B) neutron và electron.  
 (C) neutron và proton.  
 (D) electron và pozitron.

**Lời giải.**Chọn đáp án (C) ..... **Câu 2.** Các nguyên tử được gọi là đồng vị khi hạt nhân của chúng có cùng

- (A) khối lượng.  
 (B) số neutron.  
 (C) số nucleon.  
 (D) số proton.

**Lời giải.**Chọn đáp án (D) ..... **Câu 3.** Một hạt nhân nguyên tử có kí hiệu  $^{19}_{\text{9}}\text{X}$ , kết luận nào dưới đây là **đúng**?

- (A) X là nguyên tố có số thứ tự 19 trong bảng hệ thống tuần hoàn.  
 (B) Hạt nhân này có 19 nucleon.  
 (C) Hạt nhân này có 9 proton và 19 neutron.  
 (D) Hạt nhân này có 10 proton và 9 electron.

**Lời giải.**Chọn đáp án (B) ..... **Câu 4.** Hạt nhân  $^{14}_{\text{6}}\text{C}$  và hạt nhân  $^{14}_{\text{7}}\text{N}$  có cùng

- (A) điện tích.  
 (B) số nucleon.  
 (C) số proton.  
 (D) số neutron.

**Lời giải.**Chọn đáp án (B) ..... **Câu 5.** Số hạt nucleon mang điện tích trong hạt nhân bạc  $^{107}_{\text{47}}\text{Ag}$  là

- (A) 47.  
 (B) 60.  
 (C) 107.  
 (D) 154.

**Lời giải.**Chọn đáp án (A) ..... **Câu 6.** Cặp nguyên tử của các hạt nhân nào sau đây không được gọi là đồng vị?

- (A)  $\text{Cl}^{35}_{17}$ ,  $\text{Cl}^{37}_{17}$ .  
 (B)  $\text{H}_1^1$ ,  $\text{D}_1^2$ .  
 (C)  $\text{Cu}^{63}_{29}$ ,  $\text{Cu}^{65}_{29}$ .  
 (D)  $\text{H}_1^3$ ,  $\text{He}_2^3$ .

**Lời giải.**Chọn đáp án (D) ..... **Câu 7.** Hạt nhân nào sau đây có 136 neutron?

- (A)  $\text{Na}^{23}_{11}$ .  
 (B)  $\text{U}^{238}_{92}$ .  
 (C)  $\text{Ra}^{222}_{88}$ .  
 (D)  $\text{Po}^{209}_{84}$ .

**Lời giải.**Chọn đáp án (C) ..... **Câu 8.** Hạt nhân  $^{31}_{15}\text{P}$  có

- (A) 31 proton và 15 neutron.  
 (B) 16 proton và 15 neutron.  
 (C) 15 proton và 16 neutron.  
 (D) 31 neutron và 15 proton.

**Lời giải.**Chọn đáp án (C) .....

**Câu 9.** Hạt nhân nguyên tử  $^{41}_{19}\text{K}$  gồm

- (A) 19 proton và 41 neutron.  
(C) 41 proton và 19 neutron.

- (B) 19 proton và 22 neutron.  
(D) 22 proton và 19 neutron.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 10.** Có 22 neutron trong đồng vị  $^{42}\text{Ca}$ . Số proton trong đồng vị  $^{40}\text{Ca}$  là

(A) 28.

(B) 26.

(C) 24.

(D) 20.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 11.** Sử dụng công thức về bán kính hạt nhân, hãy cho biết bán kính hạt nhân  $^{207}_{82}\text{Pb}$  lớn hơn bán kính hạt nhân  $^{27}_{13}\text{Al}$  bao nhiêu lần?

(A) Hơn 2,5 lần.

(B) Hơn 2 lần.

(C) Gần 2 lần.

(D) 1,5 lần.

☞ **Lời giải.**

$$\frac{r_{\text{Pb}_{207}}}{r_{\text{Al}_{27}}} = \frac{A_{\text{Pb}_{207}}^{1/3}}{A_{\text{Al}_{27}}^{1/3}} = \frac{207^{1/3}}{27^{1/3}} \approx 2.$$

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 12.** Phát biểu nào sau đây sai?

(A) Đồng vị bền chỉ có nguồn gốc tự nhiên, đồng vị không bền chỉ có nguồn gốc nhân tạo.

(B) Các nguyên tử mà hạt nhân có cùng số proton nhưng có số neutron khác nhau gọi là đồng vị.

(C) Các đồng vị của cùng một nguyên tố có số neutron khác nhau nhưng tính chất hóa học giống nhau.

(D) Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng vị trí trong bảng hệ thống tuần hoàn.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (A) .....

**Câu 13.** Trong các nhận định sau đây về kết quả thí nghiệm tán xạ của hạt alpha lên lá vàng mỏng, có bao nhiêu nhận định **đúng**?

(1) Phần lớn các hạt alpha xuyên thủng qua lá vàng mỏng.

(2) Một tỉ lệ khá lớn các hạt alpha bị lệch khỏi hướng ban đầu với góc lệch lớn hơn  $90^\circ$ .

(3) Một tỉ lệ rất nhỏ các hạt alpha bị lệch khỏi hướng ban đầu với góc lệch lớn hơn  $90^\circ$ .

(4) Một số ít hạt alpha bị lệch khỏi phương ban đầu với những góc lệch khác nhau.

(A) 1.

(B) 2.

(C) 3.

(D) 4.

☞ **Lời giải.**

Các nhận định đúng là: 1, 3 và 4.

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 14.** So với hạt nhân  $^{12}_{6}\text{C}$ , hạt nhân  $^{56}_{27}\text{Co}$  có nhiều hơn

- (A) 44 neutron và 21 proton.  
(C) 44 neutron và 23 proton.

- (B) 23 neutron và 21 proton.  
(D) 23 neutron và 23 proton.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (B) .....



**Câu 15.** Trong nguyên tử của đồng vị phóng xạ  $^{210}_{90}\text{Th}$  có

- (A) 90 electron, tổng số proton và electron bằng 210.
- (B) 90 proton, tổng số neutron và electron bằng 210.
- (C) 90 neutron, tổng số neutron và electron bằng 210.
- (D) 90 neutron, tổng số proton và electron bằng 210.

**Lời giải.**

Số electron ở lớp vỏ nguyên tử bằng số proton bên trong hạt nhân.

Chọn đáp án (B) ..... □

**Câu 16.** Biết số Avogadro là  $N_A \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , khối lượng mol của uranium  $^{238}_{92}\text{U}$  là 238 g/mol. Số neutron trong 238 gam  $^{238}_{92}\text{U}$  là

- (A)  $8,79 \cdot 10^{25}$  hạt.
- (B)  $27,7 \cdot 10^{24}$  hạt.
- (C)  $4,07 \cdot 10^{24}$  hạt.
- (D)  $7,07 \cdot 10^{25}$  hạt.

**Lời giải.**

Số neutron có trong 1 hạt nhân  $^{238}_{92}\text{U}$  là:  $238 - 92 = 146$  hạt.

Suy ra:  $N_n = 146 \cdot \frac{m}{A} \cdot N_A = 146 \cdot \frac{238}{238} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 8,79 \cdot 10^{25}$  hạt.

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 17.** Cho số Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Số neutron có trong 3,5 g carbon  $^{14}_6\text{C}$  có giá trị bằng

- (A)  $3,01 \cdot 10^{23}$ .
- (B)  $6,02 \cdot 10^{23}$ .
- (C)  $9,03 \cdot 10^{23}$ .
- (D)  $12,04 \cdot 10^{23}$ .

**Lời giải.**

Số neutron có trong 3,5 g carbon  $^{14}_6\text{C}$  là

$$N = \frac{m}{A} \cdot N_A \cdot (A - N_p) = \frac{(3,5 \text{ g})}{(14 \text{ g/mol})} \cdot (6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) \cdot (14 - 6) = 12,04 \cdot 10^{23}.$$

Chọn đáp án (D) ..... □

## 2 | Trắc nghiệm đúng/sai

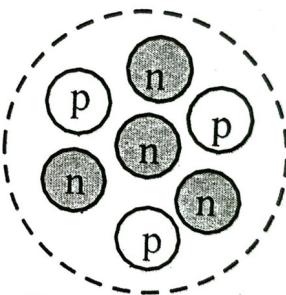
**Câu 1.** Trong mỗi phát biểu sau, em hãy chọn đúng hoặc sai.

Phát biểu	D	S
a) Hạt nhân nguyên tử trung hoà về điện.		X
b) Một hệ quả của mẫu nguyên tử Rutherford là tính không bền của nguyên tử do electron mất năng lượng khi chuyển động có gia tốc.	(X)	
c) Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ proton, neutron và electron.		X
d) Diện tích dương trong nguyên tử phân bố đều, xen kẽ với các electron nên nguyên tử trung hoà về điện.		X
e) Có thể xem khối lượng hạt nhân xấp xỉ bằng khối lượng nguyên tử.	(X)	
f) Nguyên tử của đồng vị $^{60}_{27}\text{Co}$ có 27 proton, 33 neutron và 27 electron.	(X)	
g) Khi nguyên tử trung hoà về điện, tổng số electron và neutron bằng số khối của hạt nhân nguyên tử.	(X)	
h) Nguyên tử chỉ tồn tại trong các trạng thái có năng lượng xác định, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không phát xạ.	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c sai | d sai | e đúng | f đúng | g đúng | h đúng] .....

**Câu 2.** Hình bên minh họa cấu tạo của một hạt nhân X. Biết độ lớn điện tích của nguyên tố là  $e$ .



Phát biểu	<b>D</b>	<b>S</b>
a) Kí hiệu của hạt nhân là ${}^4_3X$ .		X
b) Điện tích của hạt nhân là $q = +7e$ .		X
c) Nguyên tố X đứng vị trí thứ 3 trong bảng hệ thống tuần hoàn.	<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Số hạt mang điện của X nhiều hơn số hạt trung hòa về điện là 1.		X

**Lời giải.**

a) Sai. Nguyên tố này có 3 proton và 4 neutron. Kí hiệu là  ${}^7_3X$

b) Sai. Điện tích là  $q = +3e$ .

c) Đúng.

d) Sai. Số hạt mang điện là 3 và số hạt trung hòa về điện là 4.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c đúng | d sai] .....

**Câu 3.** Hạt nhân X có cấu tạo gồm 7 hạt mang điện và 7 hạt trung hòa về điện.

Phát biểu	<b>D</b>	<b>S</b>
a) Số nucleon của X là 0.		X
b) Kí hiệu của X là ${}^7_7X$ .		X
c) Biết độ lớn điện tích nguyên tố là $e$ . Điện tích của hạt X là $q = +7e$ .	<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Bán kính của hạt nhân X là $R \approx 2,9 \cdot 10^{-15}$ m.	<input checked="" type="checkbox"/>	

**Lời giải.**

a) Sai. Số nucleon của X là 14.

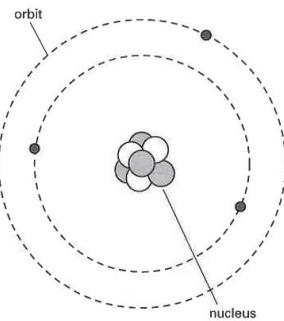
b) Sai. Kí hiệu của X là  ${}^{14}_7X$ .

c) Đúng.

d) Đúng.

Chọn đáp án [ a sai | b sai | c đúng | d đúng ] .....

**Câu 4.** Hình bên dưới là mô phỏng mẫu nguyên tử nguyên tố X theo mô hình của Rutherford.



Nhận định các phát biểu sau đây:

Phát biểu	D	S
a) Nguyên tử nguyên tố X có 3 electron.	(X)	
b) Hạt nhân nguyên tử X có 10 nucleon.		X
c) Hạt nhân của nguyên tử X chứa 3 neutron.		X
d) Các electron ở gần hạt nhân chuyển động với tốc độ lớn hơn các electron ở lớp ngoài cùng.	(X)	

#### 💬 Lời giải.

- a) Đúng.
- b) Sai. Hạt nhân nguyên tử X có chứa 7 nucleon.
- c) Sai. Hạt nhân nguyên tử X chứa 4 neutron.
- d) Đúng. Các electron càng gần hạt nhân chuyển động với tốc độ càng lớn.

Chọn đáp án [ a đúng | b sai | c sai | d đúng ] .....

### 3 | Tự luận

**Câu 1.** Diền các số liệu còn thiếu vào bảng sau.

Kí hiệu tên nguyên tố	O	K	Na
Số proton	8		11
Số neutron		20	12
Số khối	16	39	
Kí hiệu hạt nhân			

#### 💬 Lời giải.

Kí hiệu tên nguyên tố	O	K	Na
Số proton	8	<b>19</b>	11
Số neutron	<b>8</b>	20	12
Số khối	16	39	<b>23</b>
Kí hiệu hạt nhân	${}_{\text{8}}^{\text{16}}\text{O}$	${}_{\text{19}}^{\text{39}}\text{K}$	${}_{\text{11}}^{\text{23}}\text{Na}$

**Câu 2.** Tính bán kính của các hạt nhân nguyên tử  ${}_{\text{2}}^{\text{4}}\text{He}$ ,  ${}_{\text{92}}^{\text{235}}\text{U}$ ,  ${}_{\text{26}}^{\text{56}}\text{Fe}$ ,  ${}_{\text{55}}^{\text{137}}\text{Cs}$ .

**Lời giải.**

Áp dụng công thức  $r = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{1/3}$ , ta có:  $r_{\text{He}} = 1,9 \text{ fm}$ ;  $r_{\text{U}} = 7,4 \text{ fm}$ ;  $r_{\text{Fe}} = 4,59 \text{ fm}$ ;  $r_{\text{Cs}} = 6,19 \text{ fm}$ .

**Câu 3.** Giả sử hạt nhân nguyên tử có dạng hình cầu. Hỏi thể tích hạt nhân  ${}_{\text{26}}^{\text{56}}\text{Fe}$  gấp bao nhiêu lần thể tích hạt nhân  ${}_{\text{1}}^{\text{3}}\text{T}$ ?

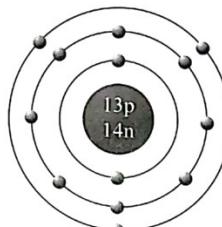
**Lời giải.**

$$\frac{V_{\text{Fe}}}{V_{\text{T}}} = \frac{r_{\text{Fe}}^3}{r_{\text{T}}^3} = \frac{A_{\text{Fe}}}{A_{\text{T}}} = \frac{56}{3} \approx 18,7.$$

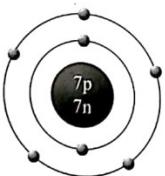
**Câu 4.** Nêu cấu tạo và viết kí hiệu hạt nhân của các nguyên tử trong các trường hợp sau:



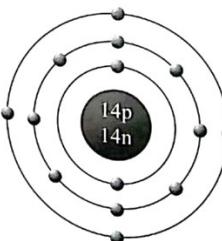
a) Carbon



b) Aluminium



c) Nitrogen



d) Silicon

**Lời giải.**

a) Nguyên tử carbon: 6 proton, 6 neutron, 6 electron. Kí hiệu hạt nhân:  ${}_{\text{6}}^{\text{12}}\text{C}$ .

b) Nguyên tử aluminium: 13 proton, 14 neutron, 13 electron. Kí hiệu hạt nhân:  ${}_{\text{13}}^{\text{27}}\text{Al}$ .

c) Nguyên tử nitrogen: 7 proton, 7 neutron, 7 electron. Kí hiệu hạt nhân:  ${}_{\text{7}}^{\text{14}}\text{N}$ .

d) Nguyên tử silicon: 14 proton, 14 neutron, 14 electron. Kí hiệu hạt nhân:  ${}_{\text{14}}^{\text{28}}\text{Si}$ .

**Câu 5.** Ở giai đoạn cuối của quá trình tiến hoá sao, một ngôi sao có khối lượng gấp đôi khối lượng Mặt Trời sẽ suy sụp hấp dẫn ở nhân, tổng hợp proton và electron của nó lại để tạo thành sao neutron. Do đó, ngôi sao lúc này có thể được coi là một hạt nhân nguyên tử khổng lồ. Nếu một ngôi sao có khối lượng  $2 \times 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$  suy sụp thành các neutron ( $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ) thì bán kính sao neutron lúc này là bao nhiêu? Giả sử bán kính  $r = r_0 A^{1/3}$ , với  $r_0 = 1,2 \text{ fm}$ . Kết quả tính theo đơn vị kilomet và làm tròn đến 1 chữ số thập phân.



 **Lời giải.**

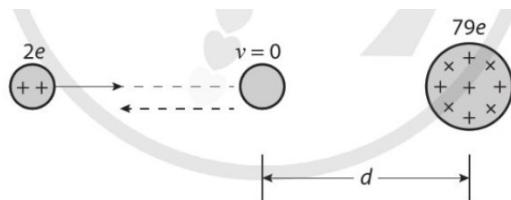
Số neutron trong ngôi sao:

$$A = \frac{m}{m_n}$$

Bán kính sao:

$$r = r_0 A^{\frac{1}{3}} = r_0 \left( \frac{m}{m_n} \right)^{\frac{1}{3}} = (1,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}) \cdot \left[ \frac{2 \times 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \right]^{\frac{1}{3}} \approx 16\,028,9 \text{ m} = 16,03 \text{ km.}$$

**Câu 6.** Trong thí nghiệm tán xạ hạt  $\alpha$  trên lá vàng mỏng, hạt  $\alpha$  có khối lượng  $6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  phát ra từ nguồn với tốc độ  $1,85 \cdot 10^7 \text{ m/s}$  bay đến gần một hạt nhân vàng theo phương nối tâm hai hạt nhân như hình bên dưới.



Tính khoảng cách gần nhất  $d$  giữa hạt  $\alpha$  và hạt nhân vàng. Biết rằng ở khoảng cách đó, thế năng của hạt  $\alpha$  trong điện trường gây bởi hạt nhân vàng được tính theo công thức  $W_t = \frac{kQ_\alpha Q_v}{d}$ , trong đó:  $Q_\alpha$  và  $Q_v$  lần lượt là điện tích của hạt  $\alpha$  và hạt nhân vàng;  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . Cho biết  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

 **Lời giải.**

Khi được phóng ra từ nguồn ở rất xa hạt nhân vàng, hạt  $\alpha$  có động năng:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2$$

Khi dừng lại cách hạt nhân vàng một khoảng  $d$ , toàn bộ động năng ban đầu của hạt  $\alpha$  đã chuyển hóa thành thế năng của nó trong điện trường gây bởi hạt nhân vàng:

$$W_t = \frac{kQ_\alpha Q_v}{d}$$

Ta có:  $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{kQ_\alpha Q_v}{d} \Rightarrow d = \frac{2kQ_\alpha Q_v}{mv^2} = 3,20 \cdot 10^{-14} \text{ m.}$

## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

## 1 | | Hệ thức Einstein về mối liên hệ giữa khối lượng và năng lượng

Hệ thức mô tả mối liên hệ giữa khối lượng  $m$  và năng lượng  $E$ :

$$E = mc^2 \quad (4.4)$$

Trong đó:

- ✓  $E$ : năng lượng toàn phần, đơn vị trong hệ SI là joule (J);
- ✓  $m$ : khối lượng, đơn vị trong hệ SI là kilogram (kg);
- ✓  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s: tốc độ ánh sáng trong chân không.



Năng lượng trong một phản ứng hạt nhân thường có giá trị nhỏ hơn rất nhiều so với 1 J. Do đó, người ta thường sử dụng đơn vị electron volt

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

**⚠** Khối lượng của một vật khi ở trạng thái nghỉ (đứng yên tương đối với người quan sát trong hệ quy chiếu quán tính) được gọi là khối lượng nghỉ, kí hiệu là  $m_0$ . Năng lượng của vật khi ở trạng thái nghỉ được gọi là năng lượng nghỉ, kí hiệu là  $E_0$ . Năng lượng toàn phần gồm năng lượng nghỉ và động năng của vật:

$$E = E_0 + W_d.$$

## 2 | | Khối lượng hạt nhân

Do khối lượng hạt nhân nguyên tử lớn hơn rất nhiều so với khối lượng các electron nên khối lượng hạt nhân xấp xỉ bằng khối lượng nguyên tử.

Trong vật lí hạt nhân, khối lượng thường được đo bằng đơn vị khối lượng nguyên tử, kí hiệu là amu (hoặc u); 1 amu có giá trị bằng  $\frac{1}{12}$  khối lượng của một nguyên tử của đồng vị  $^{12}_6\text{C}$ :

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{6,02214 \cdot 10^{23}} \text{ g} \approx 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV/c}^2 \quad (4.5)$$

## 3 | | Năng lượng liên kết hạt nhân

## 3.1. Lực hạt nhân

**⚡ Khái niệm** Lực hạt nhân

- ✓ là lực tương tác giữa các nucleon và có tác dụng liên kết các nucleon với nhau để tạo thành hạt nhân;
- ✓ có bản chất liên quan tới tương tác mạnh, có cường độ rất lớn so với lực điện từ và lực hấp dẫn;

- ✓ chỉ tác dụng trong phạm vi kích thước hạt nhân (khoảng  $10^{-15}$  m);
- ✓ không phụ thuộc vào điện tích và khối lượng các nucleon.

### 3.2. Độ hụt khói

**Khái niệm** Độ hụt khói của hạt nhân bằng hiệu giữa tổng khối lượng của các nucleon riêng rẽ tạo thành hạt nhân  ${}^A_Z X$  và khối lượng của hạt nhân  ${}^A_Z X$ :

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_X. \quad (4.6)$$

## 4 Năng lượng liên kết

**Khái niệm** Năng lượng liên kết hạt nhân bằng năng lượng tối thiểu để tách một hạt nhân thành các nucleon riêng rẽ hoặc bằng năng lượng toả ra khi các nucleon riêng rẽ kết hợp thành hạt nhân

$$E_{lk} = \Delta mc^2. \quad (4.7)$$

Năng lượng liên kết hạt nhân thường được đo bằng đơn vị MeV.

## 5 Năng lượng liên kết riêng hạt nhân

**Khái niệm** Năng lượng liên kết riêng hạt nhân là năng lượng liên kết tính cho một nucleon

$$E_{lkr} = \frac{E_{lk}}{A}. \quad (4.8)$$

**Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.**  
Những hạt nhân có số khối  $50 < A < 80$  là các hạt nhân bền. Các hạt nhân bền có năng lượng liên kết riêng lớn nhất vào cỡ 8,8 MeV/nucleon.

## B. VÍ DỤ MINH HOẠ

DẠNG  
**1**

Vận dụng hệ thức Einstein về mối liên hệ giữa khối lượng và năng lượng

### ✓ VÍ DỤ 1

Do sự phát bức xạ nén mỗi ngày ( $86\,400$  s) khối lượng Mặt Trời giảm một lượng  $3,744 \cdot 10^{14}$  kg. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là  $3 \cdot 10^8$  m/s. Công suất bức xạ trung bình của Mặt Trời bao nhiêu?

 **Lời giải.**

Công suất bức xạ trung bình của Mặt Trời:

$$\mathcal{P} = \frac{E}{t} = \frac{mc^2}{t} = \frac{(3,744 \cdot 10^{14} \text{ kg}) \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2}{86\,400 \text{ s}} = 3,9 \cdot 10^{20} \text{ MW.}$$

### ✓ VÍ DỤ 2

Công suất bức xạ toàn phần của Mặt Trời là  $\mathcal{P} = 3,9 \cdot 10^{26}$  W. Phản ứng hạt nhân trong lòng Mặt

Trời là phản ứng tổng hợp hydrogen thành helium và lượng helium tạo thành trong một năm (365 ngày) là  $1,945 \cdot 10^{19}$  kg. Tính khối lượng hydrogen tiêu thụ một năm trên Mặt Trời.

 **Lời giải.**

Năng lượng Mặt Trời tiêu thụ trong 1 năm:

$$E = \mathcal{P}t = (3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}) \cdot 365 \cdot 24 \cdot (3600 \text{ s}) = 1,23 \cdot 10^{34} \text{ J.}$$

Phần khối lượng Mặt Trời bị giảm đi mỗi năm:

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{1,23 \cdot 10^{34} \text{ J}}{(3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2} = 1,3667 \cdot 10^{17} \text{ kg.}$$

Lượng hydrogen tiêu hao hằng năm:

$$m_H = m_{He} + \Delta m = 1,3667 \cdot 10^{17} \text{ kg} + 1,945 \cdot 10^{19} \text{ kg} \approx 1,958 \cdot 10^{19} \text{ kg.}$$

DẠNG  
**2**

Xác định được độ hụt khối, năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng của hạt nhân

 **Ví dụ 3**

Các hạt nhân deuterium  ${}_1^2D$ ; tritium  ${}_1^3T$ ; helium  ${}_2^4He$  có năng lượng liên kết lần lượt là 2,22 MeV; 8,49 MeV và 28,16 MeV. Hãy sắp xếp các hạt nhân trên theo thứ tự giảm dần độ bền vững.

 **Lời giải.**

✓ Năng lượng liên kết riêng của  ${}_1^2D$ :

$$W_{lkD} = \frac{W_{lkD}}{A_D} = \frac{2,22 \text{ MeV}}{2} = 1,11 \text{ MeV/nucleon.}$$

✓ Năng lượng liên kết riêng của  ${}_1^3T$ :

$$W_{lkT} = \frac{W_{lkT}}{A_T} = \frac{8,49 \text{ MeV}}{3} = 2,83 \text{ MeV/nucleon.}$$

✓ Năng lượng liên kết riêng của  ${}_2^4He$ :

$$W_{lkHe} = \frac{W_{lkHe}}{A_{He}} = \frac{28,16 \text{ MeV}}{4} = 7,04 \text{ MeV/nucleon.}$$

Vậy sắp xếp theo thứ tự giảm dần độ bền vững là:  ${}_2^4He$ ;  ${}_1^3T$ ;  ${}_1^2D$ .

 **Ví dụ 4**

Đồng vị của cobalt ( ${}_{27}^{60}\text{Co}$ ) có khối lượng hạt nhân là  $m_{Co} = 59,934$  u. Khối lượng của các hạt proton; neutron lần lượt là  $m_p = 1,0073$  u;  $m_n = 1,0087$  u và  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Tính:

a) độ hụt khối của hạt nhân cobalt;

b) năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng của hạt nhân cobalt.

 **Lời giải.**



a) Độ hụt khối của hạt nhân cobalt:

$$\Delta m = 27m_p + (60 - 27)m_n - m_{\text{Co}} = 0,5502 \text{ u}.$$

b)  Năng lượng liên kết của hạt nhân cobalt:

$$W_{\text{lk}} = \Delta m c^2 = 0,5502 \text{ uc}^2 = 0,5502 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 512,5113 \text{ MeV}.$$

Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân cobalt:

$$W_{\text{lkr}} = \frac{W_{\text{lk}}}{A} = \frac{512,5113 \text{ MeV}}{60} = 8,5418 \text{ MeV/nucleon}.$$

### VÍ DỤ 5

Cho khối lượng hạt nhân  $^{24}_{12}\text{Mg}$ , khối lượng proton và khối lượng neutron lần lượt là  $23,97846 \text{ u}$ ;  $1,0073 \text{ u}$  và  $1,0087 \text{ u}$ . Biết  $1 \text{ u} = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV/c}^2$ . Tính năng lượng cần thiết để tách các hạt nhân  $^{24}_{12}\text{Mg}$  có trong  $1 \text{ g}$  magie thành các nucleon riêng lẻ.

#### Lời giải.

Số hạt nhân  $^{24}_{12}\text{Mg}$  có trong  $m = 1 \text{ g}$  magie:

$$N_{\text{Mg}} = \frac{m}{m_{\text{Mg}}} = \frac{10^{-3} \text{ kg}}{23,97846 \cdot (1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg})} = 2,51 \cdot 10^{22} \text{ hạt}.$$

Năng lượng liên kết của  $^{24}_{12}\text{Mg}$ :

$$W_{\text{lk}} = (12m_p + 12m_n - m_{\text{Mg}})c^2 = 198,91 \text{ MeV}.$$

Năng lượng cần thiết để tách các hạt nhân  $^{24}_{12}\text{Mg}$  trong  $1 \text{ g}$  là

$$E = N_{\text{Mg}} W_{\text{lk}} = 5 \cdot 10^{24} \text{ MeV}.$$

## C. BÀI TẬP

### 1 Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Chọn cụm từ phù hợp để hoàn thành nhận định sau:

"Khối lượng của một hạt nhân bất kì ... tổng khối lượng của các nucleon riêng lẻ cấu tạo thành hạt nhân đó".

- (A) luôn lớn hơn.
- (B) luôn nhỏ hơn.
- (C) luôn bằng.
- (D) có lúc lớn hơn, có lúc nhỏ hơn.

#### Lời giải.

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 2.** Một hạt nhân có độ hụt khối càng lớn thì hạt nhân đó

- (A) có năng lượng liên kết càng lớn.
- (B) có năng lượng liên kết không đổi.
- (C) có năng lượng liên kết càng nhỏ.
- (D) càng bền vững.

#### Lời giải.

Chọn đáp án (A) .....

**Câu 3.** Năng lượng liên kết của hạt nhân bằng

- (A) năng lượng trung bình liên kết mỗi nucleon trong hạt nhân.
- (B) năng lượng cần thiết để tách một nucleon khỏi hạt nhân.
- (C) năng lượng cần thiết để tách rời tất cả các nucleon trong hạt nhân.**
- (D) tích của khối lượng hạt nhân với bình phương của tốc độ ánh sáng trong chân không.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 4.** Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân có giá trị

- (A) lớn nhất đối với các hạt nhân nhẹ.
- (B) lớn nhất đối với các hạt nhân nặng.**
- (C) lớn nhất đối với các hạt nhân trung bình.**
- (D) như nhau với mọi hạt nhân.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 5.** Độ hụt khối của một hạt nhân  ${}^A_Z X$

- (A) là đại lượng đặc trưng cho mức độ bền vững của hạt nhân.
- (B) được xác định bằng biểu thức  $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_x$ .**
- (C) càng lớn khi số khối của hạt nhân càng lớn.
- (D) là đại lượng đặc trưng cho mức độ phổ biến của hạt nhân.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (B) ..... □

**Câu 6.** Chỉ ra phát biểu sai.

- (A)** Hệ thức Einstein về mối liên hệ giữa năng lượng và khối lượng là  $E = mc^2$ .
- (B) Khối lượng nghỉ là khối lượng của một vật khi ở trạng thái nghỉ.
- (C) Khối lượng của một nguyên tử có giá trị gần bằng khối lượng của hạt nhân nguyên tử đó.
- (D) Một hạt nhân có số khối  $A$  thì khối lượng của nó luôn lớn hơn  $A$  (anu).**

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (D) ..... □

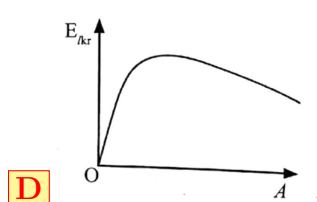
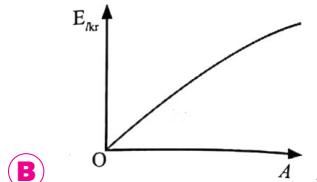
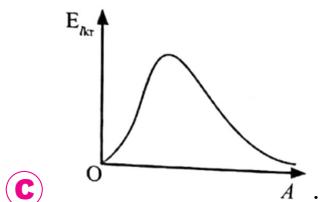
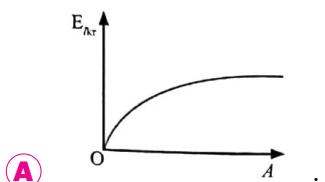
**Câu 7.** Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân

- (A) càng lớn thì hạt nhân càng bền vững.**
- (B) có thể bằng 0 đối với các hạt nhân đặc biệt.
- (C) càng nhỏ thì hạt nhân càng bền vững.
- (D) có thể dương hoặc âm.**

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 8.** Đồ thị nào dưới đây mô tả **gần đúng** mối liên hệ giữa năng lượng liên kết riêng ( $E_{lk}$ ) với số nucleon ( $A$ )?



☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (D) ..... □

**Câu 9.** Nhận định nào sau đây **sai** khi nói về lực hạt nhân?



**A** Lực hạt nhân có bản chất là lực hấp dẫn vì nó giúp kết nối các nucleon lại với nhau.

**B** Lực hạt nhân có bản chất là lực tương tác mạnh.

**C** Lực hạt nhân có cường độ lớn hơn nhiều lần so với cường độ của lực tĩnh điện.

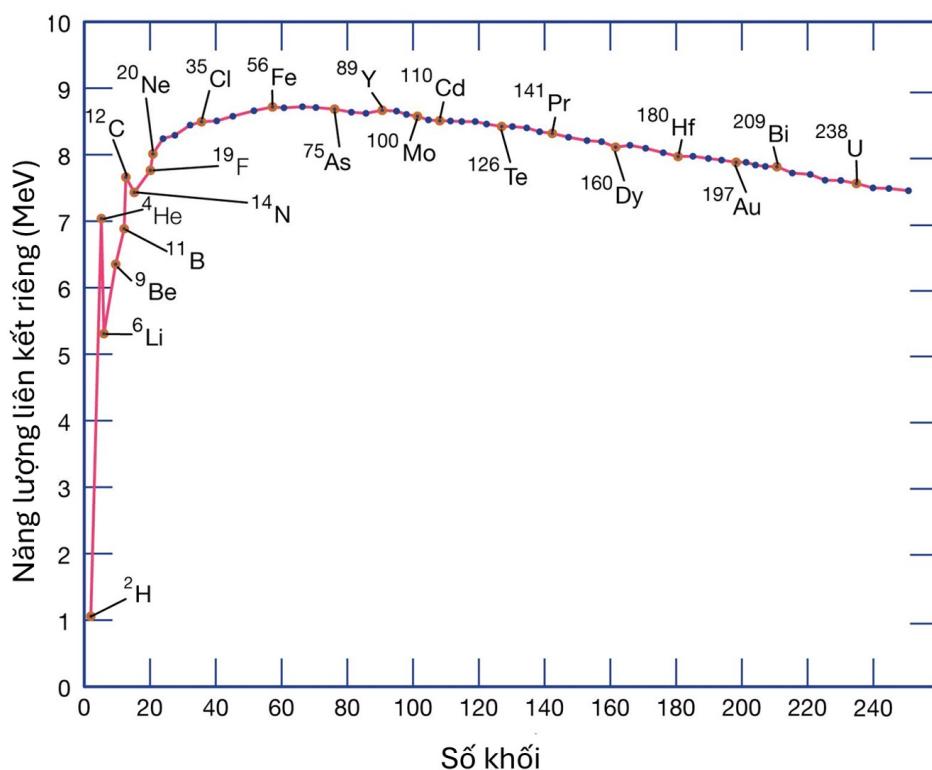
**D** Lực hạt nhân có phạm vi tác dụng trong bán kính hạt nhân.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 10.** Chọn đáp án **đúng**.

Dựa vào đồ thị biểu diễn năng lượng liên kết riêng của các hạt nhân theo số khối, sự sắp xếp theo độ bền vững tăng dần của 3 hạt nhân vàng (Au), chlorine (Cl) và sắt (Fe) là



**(A)** Cl, Au, Fe.

**(B)** Fe, Au, Cl, .

**(C)** Au, Cl, Fe.

**(D)** Cl, Fe, Au.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 11.** Hạt  $\alpha$  có độ hụt khối 0,0308 amu. Năng lượng liên kết của hạt này bằng

**(A)** 23,52 MeV.

**(B)** 25,72 MeV.

**(C)** 24,72 MeV.

**(D)** 28,70 MeV.

**Lời giải.**

$$E_{lk} = \Delta m \cdot c^2 = 0,0308 \cdot 931,5 \approx 28,70 \text{ MeV.}$$

Chọn đáp án **(D)** .....

**Câu 12.** Nếu năng lượng liên kết của hạt nhân helium  ${}^4_2\text{He}$  là 28,8 MeV thì năng lượng liên kết riêng của nó là

**(A)** 7,20 MeV/nucleon.

**(B)** 14,1 MeV/nucleon.

**(C)** 0,72 MeV/nucleon.

**(D)** 1,4 MeV/nucleon.

**Lời giải.**

$$\text{Năng lượng liên kết riêng của } {}^4_2\text{He}: E_{lkr} = \frac{E_{lk}}{A} = \frac{28,8}{4} = 7,20 \text{ MeV/nucleon.}$$

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 13.** Các hạt nhân  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^4_2\text{He}$  có năng lượng liên kết lần lượt là 92,16 MeV; 127,6 MeV; 28,3 MeV. Thứ tự giảm dần về mức độ bền vững của hạt nhân là

(A)  $^4_2\text{He}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{12}_6\text{C}$ .

(B)  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^4_2\text{He}$ .

(C)  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^4_2\text{He}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ .

(D)  $^4_2\text{He}$ ,  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B) ..... □

**Câu 14.** Một hạt nhân có 8 proton và 9 neutron. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân này bằng 7,75 MeV/nucleon. Biết  $m_p = 1,0073$  amu,  $m_n = 1,0087$  amu. Khối lượng của hạt nhân đó bằng bao nhiêu amu?

(A) 16,545 amu.

(B) 17,138 amu.

(C) 16,995 amu.

(D) 17,243 amu.

**Lời giải.**

$$E_{lk} = (8 + 9) \cdot 7,75 \text{ MeV}; \Delta m = \frac{E_{lk}}{931,5}$$

$$m_X = (8m_p + 9m_n) - \Delta m = 16,995 \text{ amu.}$$

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 15.** Cho khối lượng nguyên tử helium là  $m_{\text{He}} = 4,003$  amu; khối lượng electron là  $m_e = 0,000\,549$  amu. Khối lượng của hạt  $\alpha$  là

(A) 4,001 902 amu.

(B) 4,000 921 amu.

(C) 4,000 975 amu.

(D) 4,002 654 amu.

**Lời giải.**

$$m_\alpha = m_{\text{He}} - 2m_e = 4,001\,902 \text{ amu.}$$

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 16.** Cho khối lượng các nguyên tử oxygen và hydrogen lần lượt là 15,999 amu; 1,0078 amu. Số nguyên tử oxygen có trong 5 g nước xấp xỉ bằng

(A)  $1,67 \cdot 10^{23}$ .

(B)  $1,51 \cdot 10^{23}$ .

(C)  $6,02 \cdot 10^{23}$ .

(D)  $3,34 \cdot 10^{23}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 17.** Cho các hạt nhân sau  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{197}_{79}\text{Au}$ . Sắp xếp các hạt nhân nói trên theo mức độ bền vững tăng dần, biết rằng khối lượng của các hạt nhân nói trên và khối lượng của proton, neutron lần lượt là  $m_{\text{U}^{238}} = 238,050\,788$  amu;  $m_{\text{U}^{235}} = 234,993\,422$  amu,  $m_{\text{Na}^{23}} = 22,983\,730$  amu,  $m_{\text{Au}^{197}} = 196,966\,552$  amu,  $m_p = 1,007\,276$  amu và  $m_n = 1,008\,665$  amu.

(A)  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{197}_{79}\text{Au}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{238}_{92}\text{U}$ .

(B)  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{197}_{79}\text{Au}$ .

(C)  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{197}_{79}\text{Au}$ ,  $^{23}_{11}\text{Na}$ .

(D)  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{197}_{79}\text{Au}$ ,  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ .

**Lời giải.**

Năng lượng liên kết riêng của các hạt nhân nói trên lần lượt là:  $E_{lkr(\text{U}^{238})} \approx 7,37$  MeV/nucleon,  $E_{lkr(\text{U}^{235})} \approx 7,59$  MeV/nucleon,  $E_{lkr(\text{Na}^{23})} \approx 8,11$  MeV/nucleon,  $E_{lkr(\text{Au}^{197})} \approx 7,71$  MeV/nucleon.

Thứ tự tăng dần về mức độ bền vững hạt nhân là:  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{197}_{79}\text{Au}$ ,  $^{23}_{11}\text{Na}$

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 18.** Cho khối lượng của proton, neutron, hạt nhân  $^3_1\text{T}$ , hạt nhân  $^{244}_{95}\text{Am}$  lần lượt là  $m_p = 1,007\,276$  amu,  $m_n = 1,008\,665$  amu,  $m_T = 3,016\,049$  amu và  $m_{\text{Am}} = 244,064\,279$  amu. Nhận xét nào sau đây **đúng**?

(A) Hai hạt nhân này có độ hụt khối bằng nhau.

(B) Năng lượng liên kết của  $^{244}_{95}\text{Am}$  lớn hơn năng lượng liên kết của  $^3_1\text{T}$ .

(C) Năng lượng liên kết riêng của  $^{244}_{95}\text{Am}$  nhỏ hơn năng lượng liên kết riêng của  $^3_1\text{T}$ .

(D) Mức độ bền vững của hai hạt nhân  $^3_1\text{T}$  và  $^{244}_{95}\text{Am}$  là bằng nhau.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B) ..... □



**Câu 19.** Cho ba hạt nhân X, Y và Z có số nucleon tương ứng là  $A_X$ ,  $A_Y$  và  $A_Z$  với  $A_X = 2A_Y = 0,5A_Z$ . Biết năng lượng liên kết riêng của từng hạt nhân tương ứng là  $\Delta E_X$ ,  $\Delta E_Y$  và  $\Delta E_Z$  với  $\Delta E_Z < \Delta E_X < \Delta E_Y$ . Các hạt nhân này được xếp xắp theo thứ tự tính bền vững giảm dần như:

- (A) Y, X, Z.      (B) Y, Z, X.      (C) X, Y, Z.      (D) Z, X, Y.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A) .....

**Câu 20.** Cho khối lượng của proton, neutron;  $^{40}_{18}\text{Ar}$ ;  $^6_{3}\text{Li}$  lần lượt là 1,0073 amu; 1,0087 amu; 39,9525 amu; 6,0145 amu và 1 amu = 931,5 MeV/c<sup>2</sup>. So với năng lượng liên kết riêng của hạt nhân  $^6_3\text{Li}$  thì năng lượng liên kết riêng của hạt nhân  $^{40}_{18}\text{Ar}$

- (A) lớn hơn một lượng là 5,20 MeV.      (B) lớn hơn một lượng là 3,42 MeV.  
 (C) nhỏ hơn một lượng là 3,42 MeV.      (D) nhỏ hơn một lượng là 5,20 MeV.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B) .....

## 2 | Trắc nghiệm đúng/sai

**Câu 1.** Nhận định các phát biểu sau đây.

Phát biểu	D	S
(a) Độ hụt khối ( $\Delta m$ ) của hạt nhân là độ chênh lệch tổng khối lượng của các nucleon tạo thành hạt nhân và khối lượng của hạt nhân. $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_X$ .		
(b) Năng lượng $E$ và khối lượng $m$ tương ứng của cùng một vật được liên hệ với nhau thông qua hệ thức Einstein: $E = mc^2$ trong đó, $c$ là tốc độ của ánh sáng trong chân không.		
(c) Năng lượng liên kết riêng $E_{lk}$ của một hạt nhân có số khối $A$ bằng: $E_{lk} = \frac{E_{lk}}{A}$ trong đó, $E_{lk}$ là năng lượng tối thiểu dùng để tách toàn bộ số nucleon ra khỏi hạt nhân, gọi là năng lượng liên kết hạt nhân. Hạt nhân càng bền vững khi $E_{lk}$ càng lớn.		
d) Hạt nhân càng bền vững khi năng lượng liên kết $E_{lk}$ càng lớn.		X

**Lời giải.**

Chọn đáp án a đúng | b đúng | c đúng | d sai .....

**Câu 2.** Nhận định tính đúng hoặc sai của các phát biểu sau đây:

Phát biểu	D	S
(a) Hạt nhân mang điện tích dương, có khối lượng gần bằng khối lượng nguyên tử chứa nó nhưng kích thước nhỏ hơn kích thước nguyên tử cỡ $10^4$ lần.		
(b) Đơn vị khối lượng nguyên tử kí hiệu là amu; 1 amu có giá trị bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị $^{12}_6\text{C}$ ; 1 amu $\approx 1,660\,54 \cdot 10^{-27}$ kg.		
c) Hạt nhân nguyên tử được tạo thành bởi các hạt nucleon và electron.		X
(d) Có hai loại nucleon là proton mang điện tích +1 e và neutron trung hoà về điện. Các nucleon có khối lượng xấp xỉ bằng 1 amu.		
(e) Kí hiệu hạt nhân $^A_Z\text{X}$ , trong đó $X$ , $A$ , $Z$ lần lượt là kí hiệu hoá học nguyên tố, số khối và số hiệu nguyên tử.		

Phát biểu	Đ	S
<b>f</b> Các nucleon nằm sát nhau và không chồng lấn vào nhau. Có thể coi hạt nhân nguyên tử như một quả cầu bán kính $R$ ; $R$ phụ thuộc vào tổng số hạt nucleon $A$ theo công thức gần đúng: $R = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{\frac{1}{3}}$ (m) .	<input checked="" type="checkbox"/>	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c sai | d đúng | e đúng | f đúng] .....

**Câu 3.** Dưới đây là bảng thông tin của một số hạt nhân:

Tên hạt nhân	Số hạt mang điện	Số hạt trung hòa về điện	Năng lượng liên kết (MeV)
Uranium (U)	92	143	1786
Calcium (Ca)	20	20	234
Iron (Fe)	26	30	493

Dựa vào bảng thông tin, ta có thể kết luận:

Phát biểu	Đ	S
a) Hạt nhân U bền nhất trong ba hạt nhân đã cho.		X
<b>b) Hạt nhân Fe bền nhất trong ba hạt nhân đã cho.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	
c) Hạt nhân U có năng lượng liên kết riêng nhỏ hơn hạt nhân Ca.		X
<b>d) Sắp xếp theo thứ tự giảm dần độ bền vững là Fe, U, Ca.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c sai | d đúng] .....

**Câu 4.** Khối lượng của hạt nhân  ${}^{10}_4\text{Be}$  là 10,0113 u; khối lượng của proton là 1,0087 u; khối lượng của neutron là 1,00866 u. Cho  $u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ .

Phát biểu	Đ	S
a) Hạt nhân ${}^{10}_4\text{Be}$ có 4 neutron và 6 nucleon.		X
<b>b) Độ hụt khối của <math>{}^{10}_4\text{Be}</math> là <math>\Delta m = 0,06978 \text{ u}</math>.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>c) Năng lượng liên kết của hạt nhân <math>{}^{10}_4\text{Be}</math> là <math>E_{lk} = 65 \text{ MeV}</math>.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{10}_4\text{Be}$ là 5,5 MeV/nucleon.		X

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c đúng | d sai] .....

### 3 | Tự luận

**Câu 1.** Khối lượng của nguyên tử calcium  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$  là 39,96259 u. Tính khối lượng của nguyên tử calcium  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$  ra đơn vị kg và  $\text{MeV}/c^2$ .

**Lời giải.**

$$m = 6,635\,95 \cdot 10^{-26} \text{ kg} = 3,723 \cdot 10^4 \text{ MeV}/c^2$$



**Câu 2.** Biết năng lượng liên kết của hạt nhân  $^{235}\text{U}$  là 1809,5 MeV, của  $^{140}\text{Ce}$  là 1180,2 MeV, của  $^{56}\text{Fe}$  là 494,8 MeV. Hãy so sánh độ bền vững của các hạt nhân này.

**Lời giải.**

Năng lượng liên kết riêng của các hạt nhân  $^{235}\text{U}$ ,  $^{140}\text{Ce}$ ,  $^{56}\text{Fe}$  là

$$E_{\text{lkrU}} = \frac{1809,5}{235} = 7,7 \text{ MeV/nucleon}; E_{\text{lkrCe}} = \frac{1180,2}{140} = 8,43 \text{ MeV/nucleon}$$

$$E_{\text{lkrFe}} = \frac{494,8}{56} = 8,83 \text{ MeV/nucleon}$$

Vậy  $E_{\text{lkrU}} < E_{\text{lkrCe}} < E_{\text{lkrFe}}$ . Do đó hạt nhân  $^{56}\text{Fe}$  bền vững nhất.

**Câu 3.** Tính năng lượng liên kết của  $^{27}\text{Al}$ , biết khối lượng của hạt nhân  $^{27}\text{Al}$ , proton và neutron lần lượt là  $m_{\text{Al}} = 26,974\,35$  amu,  $m_p = 1,007\,28$  amu và  $m_n = 1,008\,67$  amu.

**Lời giải.**

Độ hụt khối của  $^{27}\text{Al}$  là:

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_{\text{Al}}$$

$$= [13 \cdot 1,00728 + 14 \cdot 1,00867] - 26,97435 = 0,241\,67 \text{ amu.}$$

Năng lượng liên kết của  $^{27}\text{Al}$  là:

$$E_{lk} = \Delta mc^2 = 0,24167 \cdot 931,5 = 225,115\,605 \text{ MeV.}$$

**Câu 4.** Cần phải bắn một photon có năng lượng tối thiểu bằng bao nhiêu vào hạt nhân deuterium  $^2\text{D}$  (là đồng vị của hydrogen với một neutron và một proton trong hạt nhân) để phân tách hạt nhân này thành một neutron và một proton riêng rẽ? Biết rằng  $m_{\text{D}} = 2,013\,55$  amu,  $m_p = 1,007\,28$  amu và  $m_n = 1,008\,67$  amu.

**Lời giải.**

Độ hụt khối của  $^2\text{D}$  là:

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_{\text{D}}$$

$$= (1,00728 + 1,00867) - 2,01355 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ amu.}$$

Năng lượng liên kết của hạt nhân  $^2\text{D}$  là:

$$E_{lk} = \Delta mc^2 = 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 931,5 = 2,2356 \text{ MeV.}$$

Năng lượng để tách hạt nhân  $^2\text{D}$  thành các hạt nucleon riêng rẽ chính là năng lượng liên kết của hạt nhân nên năng lượng tối thiểu của photon  $\gamma$  cần thiết là 2,2356 MeV.

**Câu 5.** Hạt nhân  $^{235}_{92}\text{U}$  có năng lượng liên kết riêng là 7,59 MeV/nucleon. Tính:

- năng lượng tối thiểu cần cung cấp để tách hạt nhân  $^{235}\text{U}$  thành các nucleon riêng lẻ.
- độ hụt khối của hạt nhân  $^{235}\text{U}$ .
- khối lượng của hạt nhân  $^{235}\text{U}$ . Cho biết khối lượng của các hạt proton và neutron lần lượt là 1,007 28 u và 1,008 66 u.

**Lời giải.**

- Năng lượng tối thiểu cần để tách hạt nhân thành các nucleon riêng lẻ là năng lượng liên kết của hạt nhân:  $E_{lk} = 1,78 \cdot 10^3 \text{ MeV}$ .

b)  $\Delta m = 1,91 \text{ u}$ .

c)  $m_U = 235,00 \text{ u}$ .

**Câu 6.** Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân  $\alpha$  là  $E_{\text{lk}} = 7,1 \text{ MeV/nucleon}$ . Tính năng lượng cần thiết để phá vỡ liên kết của 1 mol các hạt  $\alpha$  thành các hạt nhân proton và neutron.

 **Lời giải.**

Năng lượng liên kết của hạt nhân He:

$$E_{\text{lk}} = 4E_{\text{lk}} = 28,4 \text{ MeV}.$$

Năng lượng cần thiết để phá vỡ liên kết của 1 mol các hạt  $\alpha$  thành các hạt nhân proton và neutron:

$$E = NE_{\text{lk}} = nN_A E_{\text{lk}} = 1 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 28,4 = 1,71 \cdot 10^{25} \text{ MeV}.$$

**Câu 7.** Người ta gọi khối lượng nguyên tử của một nguyên tố hoá học là khối lượng trung bình của một nguyên tử chất đó (tính theo đơn vị amu). Vì trong một khối chất hoá học trong thiên nhiên bao giờ cũng chứa một số đồng vị của chất đó với những tỉ lệ xác định, nên khối lượng nguyên tử của một nguyên tố hoá học không bao giờ là một số nguyên, trong khi đó số  $A$  của một hạt nhân bao giờ cũng là một số nguyên. Neon thiên nhiên có ba thành phần là  ${}^{20}\text{Ne}$ ;  ${}^{21}\text{Ne}$  và  ${}^{22}\text{Ne}$ ; trong đó thành phần  ${}^{21}\text{Ne}$  chỉ chiếm 0,26 %, còn lại chủ yếu là hai thành phần kia. Khối lượng nguyên tử của neon là 20,179 amu. Tính tỉ lệ phần trăm của các thành phần  ${}^{20}\text{Ne}$  và  ${}^{22}\text{Ne}$ .

 **Lời giải.**

Ta có:

$$20x + 22y + 21 \cdot 0,0026 = 20,179 \quad (4.9)$$

$$x + y = 0,9974 \quad (4.10)$$

Từ hai phương trình trên ta xác định được:  $x = 0,9092$ ;  $y = 0,0882$ . Vậy thành phần neon  ${}^{20}\text{Ne}$  trong neon thiên nhiên là 90,92 % và thành phần neon  ${}^{22}\text{Ne}$  là 8,82%.

**Câu 8.** Khí chlorine là hỗn hợp của hai đồng vị bền là  ${}^{35}\text{Cl}$  có khối lượng nguyên tử 34,969 amu, hàm lượng 75,4 % và  ${}^{37}\text{Cl}$  có khối lượng nguyên tử 36,966 amu, hàm lượng 24,6 %. Tính khối lượng nguyên tử của nguyên tố hoá học chlorine.

 **Lời giải.**

Khối lượng nguyên tử của chlorine:  $34,969 \cdot 75,4 \% + 36,966 \cdot 24,6 \% = 35,46 \text{ amu}$ .

**Câu 9.** Hiện nay, công suất phát xạ năng lượng của Mặt Trời khoảng  $3,83 \cdot 10^{26} \text{ W}$ .

- a) Dựa vào hệ thức liên hệ giữa khối lượng và năng lượng, tính khối lượng Mặt Trời giảm đi mỗi giây.
- b) Giả sử rằng Mặt Trời duy trì công suất phát xạ năng lượng này trong suốt thời gian từ khi hình thành (4,50 tỉ năm trước) cho đến hiện tại. Biết rằng, khối lượng Mặt Trời hiện nay là  $1,99 \cdot 10^{26} \text{ kg}$ . Khối lượng này bằng bao nhiêu phần trăm khối lượng ban đầu của Mặt Trời khi mới hình thành?

 **Lời giải.**

a) Khối lượng Mặt Trời giảm đi mỗi giây:  $\Delta m = \frac{\mathcal{P}}{c^2} = 4,26 \cdot 10^9 \text{ kg/s}$ .

b) Khối lượng Mặt Trời đã mất đi để chuyển hóa thành năng lượng trong thời gian 4,50 tỉ năm là:  $(4,26 \cdot 10^9 \text{ kg/s}) \cdot (4,50 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}) = 6,04 \cdot 10^{26} \text{ kg}$ .

Khối lượng Mặt Trời khi mới hình thành là:  $6,04 \cdot 10^{26} + 1,99 \cdot 10^{26} = 8,03 \cdot 10^{26} \text{ kg}$ .

Khối lượng hiện nay của Mặt Trời bằng 24,8 % khối lượng ban đầu.



## A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

## 1 | Phản ứng hạt nhân

## 1.1. Khái niệm

**Khái niệm** Phản ứng hạt nhân là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân.

Phản ứng hạt nhân được phân thành 2 loại:

- ✓ Phản ứng hạt nhân tự phát: hạt nhân kém bền vững tự phân rã thành các hạt nhân khác bền vững hơn.
- ✓ Phản ứng hạt nhân kích thích: trong đó các hạt nhân tương tác với nhau chủ yếu thông qua quá trình va chạm và biến đổi tạo thành các hạt nhân mới.

## 1.2. Phương trình tổng quát



Trong đó, X và Y là các hạt nhân tương tác, C và D là các hạt sản phẩm.

## 2 | Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân

## 2.1. Bảo toàn số nucleon (số khôi)

Tổng số nucleon (số khôi) của các hạt tương tác bằng tổng số nucleon (số khôi) của các hạt sản phẩm:

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4. \quad (4.12)$$

## 2.2. Bảo toàn điện tích

Tổng đại số điện tích của các hạt tương tác bằng tổng đại số điện tích của các hạt sản phẩm:

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4. \quad (4.13)$$

## 2.3. Bảo toàn động lượng

Vector tổng động lượng của các hạt tương tác bằng vector tổng động lượng của các hạt sản phẩm:

$$\vec{p}_X + \vec{p}_Y = \vec{p}_C + \vec{p}_D. \quad (4.14)$$

## 2.4. Bảo toàn năng lượng toàn phần

Tổng năng lượng toàn phần (gồm năng lượng nghỉ và động năng) của các hạt tham gia phản ứng bằng tổng năng lượng toàn phần các hạt sản phẩm:

$$K_X + m_0 X c^2 + K_Y + m_0 Y c^2 = K_C + m_0 C c^2 + K_D + m_0 D c^2. \quad (4.15)$$

Trong đó,  $K$  và  $m_0 c^2$  lần lượt là động năng và năng lượng nghỉ của các hạt.

⚠ Trong phản ứng hạt nhân không có định luật bảo toàn khối lượng.

## B. VÍ DỤ MINH HOA

DẠNG  
1

### Viết được đúng phương trình phân rã hạt nhân đơn giản

Từ phương trình phản ứng hạt nhân:  ${}_{Z_1}^{A_1}A + {}_{Z_2}^{A_2}B \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}C + {}_{Z_4}^{A_4}X$ , để bài yêu cầu hãy xác định hạt nhân X.

- Định luật bảo toàn số khối:  $A_1 + A_2 = A_3 + A_4 \Rightarrow A_4$ ;
- Định luật bảo toàn điện tích:  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 \Rightarrow Z_4$ .

### VÍ DỤ 1

Cho phản ứng hạt nhân:  ${}_{2}^{4}\text{He} + {}_{7}^{14}\text{N} \rightarrow {}_{1}^{1}\text{p} + \text{X}$ . Hãy xác định hạt nhân X.

#### Lời giải.

Phương trình phản ứng hạt nhân:



Từ định luật bảo toàn số khối và điện tích, ta có:

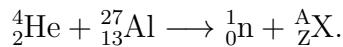
$$\begin{cases} 4 + 14 = 1 + A \\ 2 + 7 = 1 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 17 \\ Z = 8 \end{cases}$$

### VÍ DỤ 2

Bắn hạt  $\alpha$  ( ${}_{2}^{4}\text{He}$ ) vào hạt nhân  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  đứng yên, phản ứng sinh ra một hạt neutron và hạt nhân X. So sánh số neutron ( ${}_{0}^{1}\text{n}$ ) của hạt nhân X và hạt  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ .

#### Lời giải.

Phương trình phản ứng hạt nhân:



Từ định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích, ta có:

$$\begin{cases} 4 + 27 = 1 + A \\ 2 + 13 = 0 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 30 \\ Z = 15 \end{cases}$$

Số neutron của hạt nhân X là 15; số neutron của hạt nhân  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  là 14.

$\Rightarrow$  Số neutron của hạt nhân X nhiều hơn 1 hạt so với số neutron của hạt nhân  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ .

DẠNG  
2

### Xác định được năng lượng của phản ứng hạt nhân

Năng lượng của phản ứng hạt nhân:

$$\Delta E = (m_{tt} - m_{sp}) c^2 \quad (4.16)$$

Trong đó:

- $m_{tt} = m_{0X} + m_{0Y}$ : tổng khối lượng nghỉ của các hạt tương tác (trước phản ứng);
- $m_{sp} = m_{0C} + m_{0D}$ : tổng khối lượng các hạt sản phẩm (sau phản ứng).



Khi đó:

- ✓ Trường hợp  $m_{tt} > m_{sp}$  hay  $\Delta E > 0$ : Phản ứng hạt nhân toả năng lượng;
- ✓ Trường hợp  $m_{tt} < m_{sp}$  hay  $\Delta E < 0$ : Phản ứng hạt nhân thu năng lượng.

Ngoài ra, năng lượng phản ứng hạt nhân còn được tính:

$$\Delta E = (\Delta m_{sp} - \Delta m_{tt}) c^2 = K_{sp} - K_{tt}.$$

Với  $\Delta m_{tt}$ ,  $K_{tt}$ ;  $\Delta m_{sp}$ ,  $K_{sp}$  lần lượt là độ hụt khối, động năng của các hạt tương tác và các hạt sản phẩm.

### **VÍ DỤ 3**

Trong một phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng nghỉ của các hạt tương tác là 37,9638 u và tổng khối lượng nghỉ của các hạt sản phẩm là 37,9656 u. Lấy  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Phản ứng này thu hay toả một lượng năng lượng bằng bao nhiêu?

#### **Lời giải.**

Năng lượng của phản ứng hạt nhân:

$$\Delta E = (m_{tt} - m_{sp}) c^2 = (37,9638 - 37,9656) \text{ uc}^2 = -1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 931,5 \text{ MeV} = -1,6767 \text{ MeV}.$$

Vậy phản ứng này thu năng lượng 1,6767 MeV.

### **VÍ DỤ 4**

Xét phản ứng hạt nhân:  ${}_1^2\text{D} + {}_1^2\text{D} \longrightarrow {}_2^4\text{He}$ . Biết độ hụt khối của D là 0,0024 u; độ hụt khối của He là 0,0305 u và  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Phản ứng này toả hay thu một lượng năng lượng bằng bao nhiêu?

#### **Lời giải.**

Năng lượng phản ứng hạt nhân:

$$\Delta E = (\Delta m_{He} - 2\Delta m_D) c^2 = (0,0305 - 2 \cdot 0,0024) \text{ uc}^2 = 0,0257 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 23,94 \text{ MeV}.$$

Vậy phản ứng này toả năng lượng 23,94 MeV.

### **VÍ DỤ 5**

Cho phản ứng hạt nhân:  ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \longrightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + {}_{54}^{140}\text{Xe} + 2 {}_0^1\text{n}$ . Biết năng lượng liên kết riêng của các hạt U, Sr và Xe lần lượt là 7,59 MeV/nucleon, 8,59 MeV/nucleon và 8,29 MeV/nucleon. Năng lượng toả ra của phản ứng trên bằng bao nhiêu?

#### **Lời giải.**

Năng lượng của phản ứng hạt nhân:

$$\Delta E = E_{lkSr} + E_{lkXe} - E_{lkU}$$

$$\Rightarrow \Delta E = 94 \cdot (8,59 \text{ MeV}) + 140 \cdot (8,29 \text{ MeV}) - 235 \cdot (7,59 \text{ MeV}) = 184,41 \text{ MeV}.$$

Vậy phản ứng này toả năng lượng 184,41 MeV.

DẠNG  
3

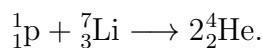
## Vận dụng được định luật bảo toàn năng lượng toàn phần trong phản ứng hạt nhân

## ✓ VÍ DỤ 6

Cho hạt proton có động năng 1,1 MeV bắn vào hạt nhân  ${}^7_3\text{Li}$  đứng yên, sau phản ứng thu được 2 hạt nhân X giống nhau. Giả thiết hai hạt sinh ra có cùng động năng. Cho khối lượng nghỉ của các hạt tương ứng là  $m_p = 1,0073 \text{ u}$ ;  $m_{\text{Li}} = 7,016 \text{ u}$ ;  $m_X = 4,0015 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Tính động năng của mỗi hạt X sinh ra.

## ☞ Lời giải.

Phương trình phản ứng hạt nhân:



Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$m_p c^2 + K_p + m_{\text{Li}} c^2 + K_{\text{Li}} = 2K_X + 2m_X c^2$$

$$\Rightarrow K_X = \frac{K_p + (m_p + m_{\text{Li}} - 2m_X) c^2}{2} = \frac{1,1 \text{ MeV} + 0,0203 \cdot (931,5 \text{ MeV})}{2} \approx 10 \text{ MeV.}$$

## ✓ VÍ DỤ 7

Bắn hạt  ${}_2^4\text{He}$  có động năng 4 MeV vào hạt  ${}^{14}_7\text{N}$  đang đứng yên thì thu được hạt proton và hạt nhân X. Giả thiết các hạt sinh ra có cùng tốc độ. Cho khối lượng của các hạt lần lượt là  $m_{\text{He}} = 4,0015 \text{ u}$ ;  $m_X = 16,9947 \text{ u}$ ;  $m_N = 13,9992 \text{ u}$ ;  $m_p = 1,0073 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Động năng hạt proton bay ra bằng bao nhiêu?

## ☞ Lời giải.

Phương trình phản ứng:



Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$m_{\text{He}} c^2 + K_{\text{He}} + m_N c^2 = K_p + m_p c^2 + K_X + m_X c^2$$

$$K_p + K_X = K_{\text{He}} + (m_{\text{He}} + m_N - m_p - m_X) c^2 = 2,78905 \text{ MeV.} \quad (4.17)$$

Vì hai hạt sản phẩm có cùng tốc độ nên:

$$\frac{K_p}{K_X} = \frac{m_p}{m_X} = 0,0593. \quad (4.18)$$

Từ (4.17) và (4.18), ta có:

$$\begin{cases} K_p = 0,156 \text{ MeV} \\ K_X = 2,633 \text{ MeV} \end{cases} .$$



## Vận dụng định luật bảo toàn động lượng trong phản ứng hạt nhân

Ta có thể thu được phương trình liên hệ động năng các hạt trong phản ứng bằng cách bình phương hai vế phương trình bảo toàn động lượng:

$$\vec{p}_A = \vec{p}_B + \vec{p}_C \\ \Rightarrow p_A^2 = p_B^2 + p_C^2 + 2\vec{p}_B \cdot \vec{p}_C = p_B^2 + p_C^2 + 2p_B p_C \cos(\vec{p}_B, \vec{p}_C)$$

Với  $p^2 = 2mK$  thì

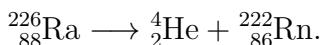
$$m_A K_A = m_B K_B + m_C K_C + 2\sqrt{m_B K_B m_C K_C} \cos(\vec{p}_B, \vec{p}_C).$$

## ✓ VÍ DỤ 8

Hạt nhân radium  $^{226}_{88}\text{Ra}$  đứng yên tự phân rã thành hạt  $\alpha$  ( $^4_2\text{He}$ ) và hạt nhân radon  $^{222}_{86}\text{Rn}$ . Biết khối lượng các hạt lần lượt là  $m_{\text{Ra}} = 225,977 \text{ u}$ ;  $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$ ;  $m_{\text{Rn}} = 221,970 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Động năng hạt  $\alpha$  bằng bao nhiêu?

## 💬 Lời giải.

Phương trình phản ứng hạt nhân:



Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$m_{\text{Ra}} c^2 + K_{\text{Ra}} = m_\alpha c^2 + K_\alpha + m_{\text{Rn}} c^2 + K_{\text{Rn}} \\ K_\alpha + K_{\text{Rn}} = (m_{\text{Ra}} - m_\alpha - m_{\text{Rn}}) c^2 = 5,12325 \text{ MeV}. \quad (4.19)$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\vec{p}_{\text{Ra}} = \vec{p}_{\text{Rn}} + \vec{p}_\alpha \Rightarrow \vec{p}_\alpha = -\vec{p}_{\text{Rn}} \\ \Leftrightarrow p_\alpha^2 = p_{\text{Rn}}^2 \Leftrightarrow m_\alpha K_\alpha - m_{\text{Rn}} K_{\text{Rn}} = 0 \Leftrightarrow 4,0015 K_\alpha - 221,97 K_{\text{Rn}} = 0 \quad (4.20)$$

Từ (4.19) và (4.20), ta thu được:

$$\begin{cases} K_\alpha = 5,0325 \text{ MeV} \\ K_{\text{Rn}} = 0,091 \text{ MeV} \end{cases}.$$

## ✓ VÍ DỤ 9

Dùng hạt  $\alpha$  ( $^4_2\text{He}$ ) có động năng 40,85 MeV bắn phá hạt nhân aluminium  $^{27}_{13}\text{Al}$  đang đứng yên gây ra phản ứng hạt nhân. Phản ứng này sinh ra một neutron và hạt nhân X bay theo hai phương vuông góc nhau. Cho  $m_X = 29,9970 \text{ u}$ ;  $m_n = 1,0087 \text{ u}$ ;  $m_{\text{Al}} = 26,97 \text{ u}$ ;  $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Động năng của hạt neutron sinh ra bằng bao nhiêu?

## 💬 Lời giải.

Phương trình phản ứng:



Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$m_\alpha c^2 + K_\alpha + m_{\text{Al}} c^2 + K_{\text{Al}} = m_n c^2 + K_n + m_X c^2 + K_X$$

$$\Rightarrow K_n + K_X = K_\alpha + (m_\alpha + m_{Al} - m_n - m_X) c^2 = 8,9927 \text{ MeV}. \quad (4.21)$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\vec{p}_{He} = \vec{p}_n + \vec{p}_X$$

Do  $\vec{p}_n \perp \vec{p}_X$  nên:

$$\begin{aligned} p_{He}^2 &= p_n^2 + p_X^2 \Leftrightarrow m_{He} K_{He} = m_n K_n + m_X K_X \\ \Rightarrow 1,0087K_n + 29,997K_X &= 4,0015 \cdot (40,85 \text{ MeV}) = 163,46 \text{ MeV}. \end{aligned} \quad (4.22)$$

Từ (4.21) và (4.22), ta thu được:

$$\begin{cases} K_n = 3,667 \text{ MeV} \\ K_X = 5,326 \text{ MeV} \end{cases}$$

## C. BÀI TẬP

### 1 | Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Cho phản ứng hạt nhân:  $^{19}_9F + {}_1^1H \longleftrightarrow {}^{16}_8O + X$ .  $X$  là hạt

- (A) alpha. (B) neutron. (C) deuterium. (D) proton.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 2.** Trong phản ứng hạt nhân:  ${}^7_3Li + X \longrightarrow {}^{24}_2He$ . Hạt  $X$  là

- (A)  ${}^3_1H$ . (B)  ${}^2_1H$ . (C)  ${}^1_1H$ . (D)  ${}^1_0n$ .

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 3.** Cho phản ứng hạt nhân sau:  ${}^9_4Be + {}^1_1p \longrightarrow X + {}^6_3Li$ . Hạt nhân  $X$  là

- (A) helium ( ${}^4_2He$ ). (B) proton ( ${}^1_1p$ ). (C) tritium ( ${}^3_1T$ ). (D) deuterium ( ${}^2_1D$ ).

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 4.** Cho phản ứng hạt nhân sau:  ${}^{37}_{17}Cl + X \longrightarrow {}^0_0n + {}^{37}_{18}Ar$ . Biết điện tích nguyên tố là  $e$ . Điện tích của hạt nhân  $X$  là

- (A)  $+e$ . (B) 0. (C)  $+2e$ . (D)  $+4e$ .

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 5.** Trong phản ứng hạt nhân:  ${}^9_4Be + {}^4_2He \longrightarrow {}^0_0n + X$ , hạt nhân  $X$  có

- (A) 6 neutron và 6 proton. (B) 6 nucleon và 6 proton.  
(C) 12 neutron và 6 proton. (D) 6 neutron và 12 proton.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 6.** Xét phản ứng:  ${}^{232}_{90}Th \longrightarrow {}^{208}_{82}Pb + x {}^4_2He + y {}^0_{-1}\beta$ . Ti số  $\frac{x}{y}$  bằng

- (A)  $\frac{x}{y} = \frac{2}{3}$ . (B)  $\frac{x}{y} = \frac{3}{2}$ . (C)  $\frac{x}{y} = \frac{1}{2}$ . (D)  $\frac{x}{y} = 2$ .



**Lời giải.**

Ta có:

$$\begin{cases} 232 = 208 + 4x \\ 90 = 82 + 2x - y \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 6 \\ y = 4 \end{cases} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{3}{2}.$$

Chọn đáp án (B) ..... □

**Câu 7.** Giả sử trong một phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng của các hạt tương tác nhỏ hơn tổng khối lượng các hạt sản phẩm là 0,02 u. Biết  $1\text{u} = 931,5\text{ MeV}/c^2$ . Phản ứng hạt nhân này

- (A) thu năng lượng 18,63 MeV. (B) thu năng lượng 1,863 MeV.  
 (C) tỏa năng lượng 1,863 MeV. (D) tỏa năng lượng 18,63 MeV.

**Lời giải.**

$$E = (m_{\text{tt}} - m_{\text{sp}}) c^2 = -18,63 \text{ MeV}.$$

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 8.** Dùng một proton bắn phá hạt nhân sodium  $^{23}_{11}\text{Na}$  đứng yên sinh ra hạt  $\alpha$  và hạt  $X$ . Coi phản ứng không kèm theo bức xạ  $\gamma$ . Cho  $m_p = 1,0073\text{ u}$ ;  $m_{\text{Na}} = 22,9850\text{ u}$ ;  $m_X = 19,9869\text{ u}$ ;  $m_\alpha = 4,0015\text{ u}$ ;  $1\text{u} = 931,5\text{ MeV}/c^2$ . Phản ứng này

- (A) thu năng lượng  $\Delta E = 3,63\text{ MeV}$ . (B) tỏa năng lượng  $\Delta E = 3,63\text{ MeV}$ .  
 (C) thu năng lượng  $\Delta E = 9,21\text{ MeV}$ . (D) tỏa năng lượng  $\Delta E = 9,21\text{ MeV}$ .

**Lời giải.**

$$\Delta E = (m_p + m_{\text{Na}} - m_\alpha - m_X) c^2 = 3,63 \text{ MeV} > 0.$$

Chọn đáp án (B) ..... □

**Câu 9.** Dùng proton bắn vào hạt nhân  $^7_3\text{Li}$  thì thu được hai hạt nhân giống nhau  $X$ . Biết độ hụt khối các hạt nhân Li và X lần lượt là  $\Delta m_{\text{Li}} = 0,0427\text{ u}$ ;  $\Delta m_X = 0,0305\text{ u}$ ;  $1\text{u} = 931,5\text{ MeV}/c^2$ . Phản ứng này thu hay tỏa bao nhiêu năng lượng?

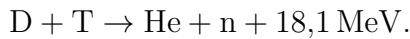
- (A) Tỏa ra 12,07 MeV. (B) Thu 12,07 MeV. (C) Tỏa ra 17,05 MeV. (D) Thu 17,05 MeV.

**Lời giải.**

$$\Delta E = (2\Delta m_X - \Delta m_{\text{Li}}) c^2 = 17,05 \text{ MeV} > 0.$$

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 10.** Xét phản ứng hạt nhân sau:



Biết độ hụt khối các hạt nhân: D; T lần lượt là  $\Delta m_{\text{D}} = 0,0024\text{ u}$ ;  $\Delta m_{\text{T}} = 0,0087\text{ u}$  và  $1\text{u} = 931,5\text{ MeV}/c^2$ . Độ hụt khối của hạt nhân He bằng

- (A) 0,0305 u. (B) 0,0111 u. (C)  $6,3 \cdot 10^{-3}$  u. (D) 0,1140 u.

**Lời giải.**

$$\Delta E = (\Delta m_{\text{He}} - \Delta m_{\text{D}} - \Delta m_{\text{T}}) c^2 = 18,1 \text{ MeV} \Rightarrow \Delta m_{\text{He}} \approx 0,0305 \text{ u}.$$

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 11.** Cho phản ứng hạt nhân:  $^{37}_{17}\text{Cl} + p \rightarrow n + ^{37}_{18}\text{Ar}$ . Khối lượng của các hạt là  $m_{\text{Cl}} = 36,9566\text{ u}$ ;  $m_p = 1,0073\text{ u}$ ;  $m_n = 1,0087\text{ u}$  và phản ứng thu một lượng năng lượng là 1,58 MeV. Lấy  $1\text{u} = 931,5\text{ MeV}/c^2$ . Khối lượng của hạt nhân Ar bằng

- (A) 36,9569 u. (B) 37,0023 u. (C) 36,9535 u. (D) 37,2103 u.

**Lời giải.**

$$\Delta E = (m_{\text{Cl}} + m_p - m_n - m_{\text{Ar}}) c^2 \Rightarrow m_{\text{Ar}} \approx 36,9569 \text{ u}.$$

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 12.** Đây là phản ứng phân hạch của một hạt  $U^{235}$ :



Biết năng lượng liên kết riêng của  $^{235}_{92}\text{U}$  là 7,7 MeV/nucleon, của  $^{140}_{58}\text{Ce}$  là 8,43 MeV/nucleon, của  $^{93}_{41}\text{Nb}$  là 8,7 MeV/nucleon. Năng lượng toả ra của phản ứng là

- (A) 187,4 MeV.      (B) 179,7 MeV.      (C) 179,8 MeV.      (D) 182,6 MeV.

 **Lời giải.**

$$\Delta E = E_{lk\text{Ce}} + E_{lk\text{Nb}} - E_{lk\text{U}} = 140 \cdot 8,43 + 93 \cdot 8,7 - 235 \cdot 7,7 = 179,8 \text{ MeV.}$$

Chọn đáp án (C) ..... □

**Câu 13.** Bắn một proton vào hạt nhân  $^7_3\text{Li}$  đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống nhau bay ra với cùng tốc độ theo các phương hợp với phương tối của proton các góc bằng nhau là  $60^\circ$ . Lấy khối lượng của mỗi hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của nó. Tỉ số giữa tốc độ của proton và tốc độ của hạt nhân X là

- (A) 4.      (B)  $\frac{1}{4}$ .      (C) 2.      (D)  $\frac{1}{2}$ .

 **Lời giải.**

Phương trình phản ứng:  $^1_1\text{p} + ^7_3\text{Li} \longrightarrow 2^4_2\text{X}$ .

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\vec{p}_p = \vec{p}_X + \vec{p}_X$$

Do hai hạt nhân X giống nhau bay ra với cùng tốc độ theo các phương hợp với phương tối của proton các góc bằng nhau  $60^\circ$  nên:

$$\begin{aligned} p_p^2 &= p_X^2 + p_X^2 + 2p_X p_X \cos 120^\circ \\ \Rightarrow p_p &= p_X \\ \Leftrightarrow m_p v_p &= m_X v_X \\ \Rightarrow \frac{v_p}{v_X} &= \frac{m_X}{m_p} = 4. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 14.** Người ta dùng hạt  $\alpha$  có động năng  $K_\alpha$  bắn vào hạt nhân nhôm  $^{27}_{13}\text{Al}$  đứng yên gây ra phản ứng  $^4_2\text{He} + ^{27}_{13}\text{Al} \longrightarrow ^{30}_{15}\text{P} + ^1_0\text{n}$ . Biết hạt neutron và hạt nhân  $^{30}_{15}\text{P}$  sinh ra sau phản ứng có động năng lần lượt là 1,8 MeV và 1 MeV. Biết khối lượng của các hạt lần lượt là  $m_\alpha = 4,00151 \text{ u}$ ;  $m_{\text{Al}} = 26,97435 \text{ u}$ ;  $m_{\text{P}} = 29,97005 \text{ u}$ ;  $m_n = 1,00867 \text{ u}$ . Động năng hạt  $\alpha$  là

- (A) 5,464 MeV.      (B) 4,232 MeV.      (C) 5,644 MeV.      (D) 4,328 MeV.

 **Lời giải.**

Bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\begin{aligned} \Delta E + K_\alpha + K_{\text{Al}} &= K_p + K_n \\ \Leftrightarrow (m_\alpha + m_{\text{Al}} - m_p - m_n) c^2 + K_{\text{Al}} &= K_p + K_n \\ \Rightarrow K_\alpha &= 5,464 \text{ MeV}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (A) ..... □

**Câu 15.** Proton có động năng  $K_p = 5,0 \text{ MeV}$  được bắn vào  $^9_4\text{Be}$  nằm yên. Phản ứng hạt nhân sinh ra  $^4_2\text{He}$  và X. Sau phản ứng hạt nhân  $^4_2\text{He}$  có động năng  $K_{\text{He}} = 4,1 \text{ MeV}$  và vận tốc  $\vec{v}_{\text{He}}$  vuông góc với vận tốc  $\vec{v}_p$  lúc đầu. Động năng của hạt nhân X là



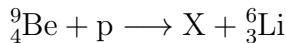
**A** 7,40 MeV.**B** 9,10 MeV.**C** 3,57 MeV.**D** 0,90 MeV.**Lời giải.**Phương trình phản ứng:  ${}_1^1\text{p} + {}_4^9\text{Be} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_3^6\text{X}$ .

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\vec{p}_p = \vec{p}_{\text{He}} + \vec{p}_X$$

Vì  $\vec{p}_{\text{He}} \perp \vec{p}_p$  nên:

$$p_X^2 = p_p^2 + p_{\text{He}}^2 \Leftrightarrow m_X K_X = m_{\text{He}} K_{\text{He}} + m_p K_p \Rightarrow K_X = 3,57 \text{ MeV.}$$

Chọn đáp án **C** ..... □**Câu 16.** Người ta dùng proton có động năng  $K_p = 5,45 \text{ MeV}$  bắn phá vào bia beryllium, phản ứng xảy ra theo phương trình sau:Biết khối lượng các hạt lần lượt là  $m_{\text{Be}} = 9,012\,19 \text{ u}$ ,  $m_p = 1,008\,73 \text{ u}$ ,  $m_X = 4,006\,20 \text{ u}$ ,  $m_{\text{Li}} = 6,015\,15 \text{ u}$ ,  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2$  và hạt nhân lithium bay ra với động năng  $3,55 \text{ MeV}$ . Động năng của hạt X bay ra có giá trị là**A** 66 MeV.**B** 0,66 MeV.**C** 0,66 eV.**D** 660 eV.**Lời giải.**

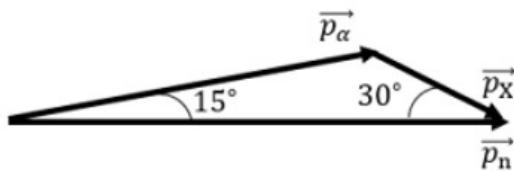
Bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\begin{aligned} \Delta E + K_{\text{Be}} &= K_X + K_{\text{Li}} \\ \Leftrightarrow (m_{\text{Be}} + m_p - m_X - m_{^6_3\text{Li}}) c^2 + K_{\text{Be}} &= K_X + K_{\text{Li}} \\ \Rightarrow K_X &= 0,66 \text{ MeV.} \end{aligned}$$

Chọn đáp án **B** ..... □**Câu 17.** Bắn hạt neutron có động năng  $2 \text{ MeV}$  vào hạt nhân  ${}^6_3\text{Li}$  đứng yên gây ra phản ứng  ${}^1_0\text{n} + {}^6_3\text{Li} \longrightarrow X + \alpha$ . Hạt  $\alpha$  và hạt nhân X bay ra theo các hướng hợp với hướng tới của neutron những góc tương ứng bằng  $\theta = 15^\circ$  và  $\varphi = 30^\circ$ . Lấy tỉ số giữa các khối lượng hạt nhân bằng tỉ số giữa các số khối của chúng. Bỏ qua bức xạ gamma. Năng lượng của phản ứng hạt nhân trên là**A** Tỏa  $1,52 \text{ MeV}$ .**B** Thu  $1,52 \text{ MeV}$ .**C** Thu  $1,68 \text{ MeV}$ .**D** Tỏa  $1,68 \text{ MeV}$ .**Lời giải.**

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\vec{p}_n = \vec{p}_X + \vec{p}_\alpha$$



Áp dụng định lý hàm sin trong tam giác động lượng:

$$\frac{p_n}{\sin 135^\circ} = \frac{p_\alpha}{\sin 30^\circ} \Rightarrow \frac{\sqrt{2m_n K_n}}{\sin 135^\circ} = \frac{\sqrt{2m_\alpha K_\alpha}}{\sin 30^\circ} \Rightarrow K_\alpha = 0,25 \text{ MeV.}$$

Tương tự:  $K_X \approx 0,089 \text{ MeV}$ .

Năng lượng phản ứng:

$$E = K_\alpha + K_X - K_n = -1,66 \text{ MeV}.$$

Chọn đáp án **C** ..... □

## 2 Trắc nghiệm đúng/sai

**Câu 1.** Quá trình phản ứng hạt nhân.

Phát biểu	<b>D</b>	<b>S</b>
a) là quá trình biến đổi của các hạt nhân.	X	
b) tuân theo định luật bảo toàn điện tích.	X	
c) chỉ xảy ra quá trình tỏa năng lượng.		X
d) chỉ xảy ra khi có hai hạt nhân tương tác với nhau.		X

**Lời giải.**

- a) Quá trình phản ứng hạt nhân là quá trình biến đổi của các hạt nhân.
- b) Trong phản ứng hạt nhân có sự bảo toàn về: số nucleon, điện tích, năng lượng toàn phần, động lượng.
- c) Phản ứng hạt nhân bao gồm phản ứng tỏa năng lượng và phản ứng thu năng lượng.
- d) Phản ứng hạt nhân là quá trình biến đổi từ hạt nhân này sang hạt nhân khác. Một số đồng vị không bền có thể tự phân rã để tạo thành hạt nhân khác.

Chọn đáp án **a đúng | b đúng | c sai | d sai** ..... □

**Câu 2.** Nhận định về các phát biểu sau đây.

Phát biểu	<b>D</b>	<b>S</b>
a) Phản ứng hạt nhân là quá trình biến đổi từ hạt nhân này thành hạt nhân khác, bao gồm phản ứng hạt nhân kích thích và phản ứng hạt nhân tự phát.	X	
b) Trong một phản ứng hạt nhân, luôn cần từ hai hạt tham gia phản ứng trở lên.		X
c) Trong phản ứng hạt nhân, số khối và điện tích của hệ được bảo toàn.	X	
d) Trong phản ứng hạt nhân, số khối, điện tích và khối lượng của hệ được bảo toàn.		X
e) Phản ứng hạt nhân kích thích: là quá trình các hạt nhân tương tác với các hạt khác (ví dụ: hạt nhân, neutron,...) tạo ra các hạt nhân mới. Ví dụ: phản ứng phân hạch, phản ứng tổng hợp hạt nhân.	X	
f) Phản ứng hạt nhân tự phát: là quá trình tự phân rã của một hạt nhân không bền vững thành các hạt nhân mới.	X	

**Lời giải.**

Chọn đáp án **a đúng | b sai | c đúng | d sai | e đúng | f đúng** ..... □



**Câu 3.** Vào năm 1925, Patrick Blackett đã làm thí nghiệm bắn phá hạt alpha vào hạt nhân  $^{14}_7\text{N}$ , tạo ra hai hạt nhân mới theo phương trình:



Phát biểu	D	S
a) Đây là phản ứng hạt nhân kích thích.	(X)	
b) Mỗi hạt nhân ${}^{17}_8\text{O}$ có nhiều hơn hạt nhân ${}^{14}_7\text{N}$ là 3 neutron.		X
c) ${}^{17}_8\text{O}$ là một đồng vị của nguyên tố oxygen ${}^{16}_8\text{O}$ .	(X)	
d) Trong phản ứng trên, điện tích và khối lượng nghỉ của các hạt nhân được bảo toàn.		X

 **Lời giải.**

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d sai] .....

**Câu 4.** Hạt  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  chuyển thành hạt  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  sau khi tự phóng ra hạt nhân X. Biết đây là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

Phát biểu	D	S
a) Mối liên hệ khối lượng giữa các hạt là $m_{\text{Po}} < m_{\text{Pb}} + m_X$ .		X
b) Hạt nhân X là ${}^{12}_6\text{C}$ .		X
c) Điện tích của hạt Po bằng tổng điện tích của hạt Pb và hạt X.	(X)	
d) Mối liên hệ khối lượng giữa các hạt là $m_{\text{Po}} = m_{\text{Pb}} + m_X$ .		X

 **Lời giải.**

- a) Sai. Phản ứng tỏa năng lượng nên  $m_{\text{Po}} > m_{\text{Pb}} + m_X$ .
- b) Sai. Hạt nhân X là  ${}^4_2\text{He}$ .
- c) Đúng.
- d) Sai. Trong các phản ứng hạt nhân không có sự bảo toàn khối lượng.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c đúng | d sai] .....

**Câu 5.** Một phản ứng tổng hợp hạt nhân có phương trình:  ${}^2_1\text{D} + {}^2_1\text{D} \longrightarrow {}^3_1\text{T} + \text{X}$  Cho biết tổng khối lượng của các hạt trước phản ứng lớn hơn tổng khối lượng của các hạt sau phản ứng là 0,00432 u. Các ý a), b), c), d) dưới đây là đúng hay sai?

Phát biểu	D	S
a) Hạt nhân X có điện tích +1e.	(X)	
b) Năng lượng tỏa ra của một phản ứng là 4,02 MeV.	(X)	
c) Năng lượng tỏa ra khi 1,00 g hạt nhân ${}^2_1\text{D}$ được tổng hợp hoàn toàn là $2,0 \cdot 10^{11}$ J.		X

Phát biểu	D	S
d) Biết rằng nhiệt nồng chảy riêng của nước đá là $3,33 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp hoàn toàn 1,00 g hạt nhân ${}^2\text{D}$ có thể làm nồng chảy hoàn toàn $2,91 \cdot 10^6 \text{ kg}$ nước đá ở $0^\circ\text{C}$ .		X

**Lời giải.**

- a) Đúng.  ${}^2\text{D} + {}^2\text{D} \longrightarrow {}^3\text{T} + {}^1\text{H}$  nên hạt nhân X là  ${}^1\text{H}$ .
- b) Đúng.  $E_{tỏa} = 4,02 \text{ MeV}$ .
- c) Sai. Mỗi phản ứng cần sử dụng 2 hạt nhân  ${}^2\text{D}$ . Tổng năng lượng tỏa ra nếu tổng hợp hoàn toàn 1,00 g deuterium là:  $E = 9,71 \cdot 10^{10} \text{ J}$ .
- d) Sai.  $m = \frac{E}{\lambda} = \frac{9,71 \cdot 10^{10} \text{ J}}{3,33 \cdot 10^5 \text{ J/kg}} = 2,92 \cdot 10^5 \text{ kg}$ .

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c sai | d sai] ..... □

**Câu 6.** Cho hạt  $\alpha$  có động năng  $K_\alpha$  bắn vào hạt nhân đồng yên. Sau phản ứng sinh ra hạt nhân  ${}^{30}\text{P}$  và hạt neutron. Biết hạt nhân  ${}^{30}\text{P}$  và neutron có động năng lần lượt là  $2,88 \cdot 10^{-13} \text{ J}$  và  $1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ . Cho khối lượng các hạt nhân là  $m_{\text{Al}} = 26,9743 \text{ u}$ ,  $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$ ,  $m_{\text{P}} = 29,9701 \text{ u}$ ,  $m_{\text{n}} = 1,0087 \text{ u}$ . Biết  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ .

Phát biểu	D	S
[a] Phương trình phản ứng ${}^{27}\text{Al} + \alpha \longrightarrow {}^{30}\text{P} + \text{n}$ .	(X)	
b) Phản ứng tỏa năng lượng.		X
[c] Năng lượng phản ứng $\Delta E = 2,7945 \text{ MeV}$ .	(X)	
[d] Động năng của hạt $\alpha$ là $K_\alpha = 8,8 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ .	(X)	

**Lời giải.**

- a) Phương trình phản ứng  ${}^{27}\text{Al} + \alpha \longrightarrow {}^{30}\text{P} + \text{n}$ .
- b) Phản ứng có  $m_{\text{trước}} > m_{\text{sau}}$  nên phản ứng thu năng lượng.
- c) Năng lượng phản ứng:  $\Delta E = (m_{\text{trước}} - m_{\text{sau}}) c^2 = 2,7945 \text{ MeV}$ .
- d) Động năng của hạt  $\alpha$ :

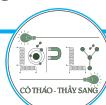
$$K_\alpha = K_{\text{P}} + K_{\text{n}} - \Delta E - K_{\text{Al}} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ MeV} \approx 8,8 \cdot 10^{-16} \text{ J}.$$

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d đúng] ..... □

### 3 | Tự luận

**Câu 1.** Cho phản ứng tổng hợp hạt nhân:  ${}^6\text{Li} + {}^2\text{D} \longrightarrow {}^4\text{He} + {}^A_Z\text{X}$  Biết khối lượng nguyên tử của các hạt là  $m_{\text{D}} = 2,01410 \text{ u}$ ;  $m_{\text{Li}} = 6,01512 \text{ u}$ ;  $m_{\text{He}} = 4,00260 \text{ u}$ .

- a) Hoàn thành phương trình phản ứng trên.
- b) Tính năng lượng tỏa ra của mỗi phản ứng.



- c) Nếu tổng hợp được 1,00 g khí helium từ phương trình phản ứng này thì tổng năng lượng tỏa ra có thể đun sôi bao nhiêu kilogram nước ở 20 °C? Cho biết nhiệt dung riêng của nước là 4180 J/kg · K.

 **Lời giải.**

- a) Do điện tích và số nucleon được bảo toàn nên:

$$\begin{cases} 3 + 1 = 2 + Z \\ 6 + 2 = 4 + A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z = 2 \\ A = 4 \end{cases}$$

Hạt nhân  ${}_Z^AX$  là  ${}_2^4\text{He}$ .

Phương trình phản ứng có dạng:  ${}_3^6\text{Li} + {}_1^2\text{D} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_2^4\text{He}$ .

- b) Năng lượng tỏa ra của một phản ứng hạt nhân:

$$E = (m_{\text{tt}} - m_{\text{sp}}) c^2 = 22,37 \text{ MeV}.$$

- c) Mỗi phản ứng tạo ra hai nguyên tử helium nên để tổng hợp được 1,00 g helium, số phản ứng cần xảy ra là

$$\frac{(1,00 \text{ g})}{(4 \text{ g/mol})} \cdot (6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) : 2 = 7,53 \cdot 10^{22} \text{ phản ứng.}$$

Tổng năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1,00 g helium là

$$E = (7,53 \cdot 10^{22} \text{ phản ứng}) \cdot (22,4 \text{ MeV/phản ứng}) \cdot (1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J/MeV}) = 2,69 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Năng lượng này đun sôi được số kilogram nước ở 20 °C là

$$m = \frac{E}{c\Delta t} = \frac{(2,70 \cdot 10^{11} \text{ J})}{(4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K}) \cdot (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})} = 8,07 \cdot 10^5 \text{ kg.}$$

**Câu 2.** Cho các phản ứng hạt nhân:



- a) Xác định các hạt nhân X và Y.
- b) Trong các phản ứng hạt nhân trên, phản ứng nào thu năng lượng và phản ứng nào tỏa năng lượng? Tính năng lượng hấp thu hoặc tỏa ra của mỗi phản ứng. Cho khối lượng các hạt như bảng sau:

Tên hạt	Khối lượng (u)
Proton ( $p$ )	1,0073
Neutron ( $n$ )	1,0087
Sodium (Na)	22,9837
Neon (Ne)	19,9869
Argon (Ar)	36,9569
X	4,0015

 **Lời giải.**

a) Hạt X là  ${}_{2}^{4}\text{He}$ .

Hạt Y là  ${}_{1}^{1}\text{H}$ .

b)  $\begin{cases} \Delta E_1 = (m_{\text{Na}} + m_p - m_X - m_{\text{Ne}}) c^2 = 2,4219 \text{ MeV} \\ \Delta E_2 = (m_{\text{Cl}} + m_Y - m_n - m_{\text{Ar}}) c^2 = -1,58355 \text{ MeV} \end{cases}$

**Câu 3.** Cho phản ứng hạt nhân:  $\text{n} + {}_{3}^{6}\text{Li} \rightarrow {}_{1}^{3}\text{T} + {}_{2}^{4}\alpha + 4,8 \text{ MeV}$ .

a) Tìm khối lượng hạt nhân Li.

b) Tìm năng lượng tỏa ra khi phân tích hoàn toàn 1 g Li.

Biết  $m_n = 1,0087 \text{ u}$ ;  $m_T = 3,016 \text{ u}$ ;  $m_{\text{He}} = 4,0015 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

**Lời giải.**

a)  $\Delta E = (m_n + m_{\text{Li}} - m_T - m_\alpha) c^2 \Rightarrow m_{\text{Li}} = 6,014 \text{ u}$ .

b)  $E = N\Delta E = \frac{m}{m_{\text{He}}} \Delta E = 7,22 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$ .

**Câu 4.** Cho phản ứng hạt nhân:  ${}_{4}^{9}\text{Be} + {}_{1}^{1}\text{p} \rightarrow \text{X} + {}_{3}^{6}\text{Li}$

a) Biết  $m_{\text{Be}} = 9,01219 \text{ u}$ ;  $m_p = 1,00873 \text{ u}$ ;  $m_{\text{Li}} = 6,01513 \text{ u}$ ;  $m_X = 4,0015 \text{ u}$ . Phản ứng này tỏa hay thu năng lượng bao nhiêu?

b) Cho hạt p có động năng 5,45 MeV bắn vào hạt nhân Be đứng yên; hạt nhân Li bay ra với động năng 3,55 MeV. Tìm động năng và tốc độ của hạt nhân X.

**Lời giải.**

a) Năng lượng phản ứng:

$$\Delta E = (m_{\text{Be}} + m_p - m_X - m_{\text{Li}}) c^2 \approx 4 \text{ MeV}.$$

b)  $K_X = 5,9 \text{ MeV}$ ;  $v_X = 16,86 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ .

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\Delta E = K_X + K_{\text{Li}} - K_p \Rightarrow K_{\text{Li}} = 5,9 \text{ MeV}.$$

Tốc độ của hạt X:

$$v_X = \sqrt{\frac{2K_X}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}}{4,0015 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27}}} \approx 16,86 \cdot 10^6 \text{ m/s}.$$

**Câu 5.** Người ta dùng hạt n có động năng 1,6 MeV bắn vào hạt  ${}_{4}^{9}\text{Be}$  đứng yên, thu được hai hạt giống nhau có cùng động năng. Tìm động năng mỗi hạt.

Cho  $m_n = 1,0087 \text{ u}$ ;  $m_{\text{Be}} = 7,0152 \text{ u}$ ;  $m_X = 4,0015 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ .

**Lời giải.**

Năng lượng của phản ứng:

$$\Delta E = (m_n + m_{\text{Be}} - 2m_X) c^2 = 19,46835 \text{ MeV}.$$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\Delta E = 2K_X - K_n \Rightarrow K_X = 10,53 \text{ MeV}.$$



**Câu 6.** Dùng hạt  ${}_1^1p$  bắn vào hạt nhân  ${}_4^9Be$  đứng yên tạo ra hạt  $\alpha$  và hạt nhân X. Phản ứng này thu nồng lượng 13 MeV. Hạt X và  $\alpha$  bay ra với các động năng lần lượt bằng 2 MeV và 1 MeV. Lấy khối lượng các hạt nhân tính theo đơn vị u gần bằng số khối. Góc giữa hướng chuyển động của hạt  $\alpha$  và hạt p bằng bao nhiêu?

 **Lời giải.**

Phương trình:  ${}_1^1p + {}_4^9Be \rightarrow {}_3^6X + {}_2^4\alpha$ .

Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\Delta E + K_p = K_X + K_\alpha \Rightarrow -13 + K_p = 2 + 1 \Rightarrow K_p = 16 \text{ MeV}.$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\begin{aligned} \vec{p}_p &= \vec{p}_X + \vec{p}_\alpha \\ \Rightarrow p_p^2 + p_\alpha^2 - 2p_p p_\alpha \cos \varphi &= p_X^2 \\ \Leftrightarrow 2m_p K_p + 2m_\alpha K_\alpha - 2\sqrt{2m_p K_p \cdot 2m_\alpha K_\alpha} \cos \varphi &= 2m_X K_X \\ \cos \varphi = 0,5 &\Rightarrow \varphi = 60^\circ \end{aligned}$$

Vậy góc hợp bởi hướng chuyển động của hạt  $\alpha$  và p bằng  $60^\circ$ .

**Câu 7.** Dùng hạt proton có động năng 5,75 MeV bắn phá hạt nhân  ${}_3^7Li$  đang đứng yên tạo ra 2 hạt nhân X giống nhau có cùng động năng. Cho khối lượng các hạt nhân:  $m_X = 4,0015 \text{ u}$ ;  $m_{Li} = 7,0144 \text{ u}$ ;  $m_p = 1,0073 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Góc hợp bởi các vận tốc của hai hạt nhân X sau phản ứng bằng bao nhiêu?

 **Lời giải.**

Phương trình:  ${}_1^1p + {}_3^7Li \rightarrow 2 {}_2^4X$

Năng lượng phản ứng:  $\Delta E = (m_p + m_{Li} - 2m_X) c^2 \approx 17,42 \text{ MeV}$ .

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\Delta E + K_p = 2K_X \Rightarrow K_X = 11,585 \text{ MeV}.$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$\begin{aligned} \vec{p}_p &= \vec{p}_X + \vec{p}_X \Rightarrow p_p^2 = 2p_X^2 (1 + \cos \varphi) \\ \Leftrightarrow m_p K_p &= 2m_X K_X (1 + \cos \varphi) \Rightarrow \varphi \approx 160^\circ. \end{aligned}$$



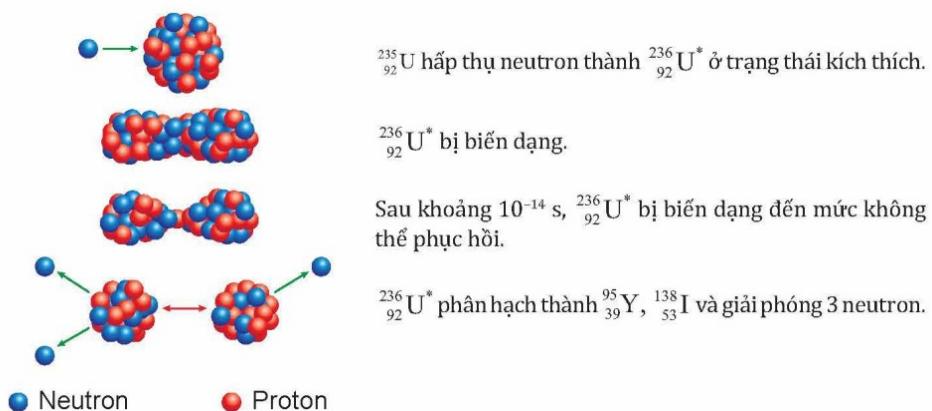
## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

## 1 | Phản ứng phân hạch

## 1.1. Khái niệm

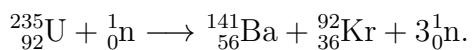
**Khái niệm** Sự phân hạch là hiện tượng một hạt nhân rất nặng vỡ thành các hạt nhân nhẹ hơn.

**Ví dụ:** Sự phân hạch của uranium 235 ( $^{235}_{92}\text{U}$ )



Hình 4.3: Tiến trình phân hạch của  $^{235}_{92}\text{U}$ .

Dùng một neutron nhiệt (còn gọi là neutron chậm) có động năng cỡ 0,01 eV bắn vào hạt nhân  $^{235}_{92}\text{U}$ . Sau khi hấp thụ neutron nhiệt,  $^{235}_{92}\text{U}$  chuyển sang trạng thái kích thích  $^{236}_{92}\text{U}$ . Trạng thái này không bền vững và kết quả là xảy ra quá trình phân hạch,  $^{236}_{92}\text{U}$  vỡ ra thành hai hạt nhân có số khối nhỏ hơn là  $^{95}_{39}\text{Y}$  và  $^{138}_{53}\text{I}$ , kèm theo 3 neutron. Phản ứng tạo ra một lượng năng lượng khoảng 200 MeV chủ yếu dưới dạng động năng của các hạt tạo thành.



## 1.2. Hệ số nhân neutron - Phản ứng dây chuyền

**Khái niệm** Hệ số nhân neutron  $k$  là số neutron được sinh ra sau phản ứng hạt nhân trừ đi số neutron bị hấp thụ bởi môi trường xung quanh (hay số neutron trung bình còn lại sau mỗi phản ứng phân hạch).

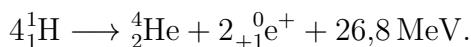
- ✓ Nếu  $k < 1$ : phản ứng dây chuyền không xảy ra.
- ✓ Nếu  $k = 1$ : phản ứng dây chuyền tới hạn, mật độ neutron không đổi. Đây là phản ứng dây chuyền được sử dụng trong các lò phản ứng hạt nhân để tạo ra năng lượng.
- ✓ Nếu  $k > 1$ : phản ứng dây chuyền vượt hạn, mật độ neutron tăng liên tục theo thời gian. Phản ứng dây chuyền không điều khiển được và xảy ra trong các vụ nổ hạt nhân.

## 2 | Phản ứng nhiệt hạch

### 2.1. Khái niệm

**Khái niệm** Phản ứng tổng hợp hạt nhân (phản ứng nhiệt hạch) là quá trình trong đó hai hạt nhân nhẹ kết hợp với nhau để tạo thành hạt nhân nặng hơn. Phản ứng nhiệt hạch chỉ có thể xảy ra ở nhiệt độ cực cao.

**Ví dụ:** Phản ứng nhiệt hạch là nguồn gốc năng lượng của Mặt Trời và các ngôi sao, trong đó có sự tạo thành hạt nhân helium từ các hạt nhân hydrogen:



### 2.2. Đặc điểm

- ✓ Một phản ứng nhiệt hạch toả ra năng lượng nhỏ hơn một phản ứng phân hạch nhưng nếu tính theo khối lượng nhiêu liệu thì phản ứng nhiệt hạch toả năng lượng lớn hơn phản ứng phân hạch.
- ✓ Các phản ứng nhiệt hạch chỉ xảy ra ở nhiệt độ rất cao, khoảng 50 đến 100 triệu độ vì chỉ ở nhiệt độ cao thì các hạt nhân nhẹ mới thu được động năng đủ lớn thắng được lực đẩy Coloumb tiến lại gần nhau đến mức lực hạt nhân tác dụng kết hợp chúng lại.
- ✓ Năng lượng Mặt Trời và các sao có nguồn gốc từ các phản ứng nhiệt hạch.
- ✓ Con người đã tạo ra được phản ứng nhiệt hạch dạng không kiểm soát được (bom khinh khí).
- ✓ So với năng lượng phân hạch, năng lượng nhiệt hạch ưu việt hơn do nguồn nhiên liệu dồi dào, không gây ô nhiễm môi trường.

## 3 | Một số ngành công nghiệp hạt nhân trong đời sống

Công nghệ hạt nhân có một số ứng dụng thực tiễn như:

- ✓ Trong công nghiệp năng lượng: các nhà máy điện hạt nhân khai thác năng lượng từ các phản ứng phân hạch, phản ứng phân hạch tạo lực đẩy cho các phương tiện có công suất lớn (tên lửa, tàu ngầm, tàu phá băng, ...) di chuyển.
- ✓ Trong y học: kiến thức vật lí hạt nhân được ứng dụng rộng rãi trong chẩn đoán và điều trị bệnh, đặc biệt là bệnh ung thư. Ví dụ hiệu ứng huỷ cặp electron - positron được ứng dụng trong máy chụp cắt lớp phát xạ positron (PET).
- ✓ Trong nông nghiệp: cải tạo giống cây trồng có các đặc tính mới: năng suất cao, chất lượng dinh dưỡng tốt, hình dáng đẹp, ...
- ✓ Trong công nghiệp: kiểm tra chất lượng sản phẩm, đo mật độ vật liệu mà không phá huỷ mẫu vật, kiểm tra chất lượng mối hàn, ...
- ✓ Trong khảo cổ: xác định tuổi và thành phần cấu tạo chất của các mẫu vật.
- ✓ Trong công nghệ thực phẩm: diệt vi sinh vật để khử trùng thực phẩm, làm chậm quá trình chín giúp trái cây được bảo quản lâu hơn ở điều kiện thường.

### B. VÍ DỤ MINH HOẠ

DẠNG  
1**Xác định năng lượng phản ứng phân hạch/ nhiệt hạch**

Nếu lượng nhiên liệu là  $m$  (g) thì số hạt nhân phản ứng là:

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A.$$

Năng lượng toả ra của 1 phản ứng là  $\varepsilon$  thì năng lượng toả ra của  $N$  phản ứng là:

$$\Delta E = N\varepsilon.$$

**✓ VÍ DỤ 1**

Phân hạch một hạt nhân  $^{235}\text{U}$  sẽ toả ra năng lượng 200 MeV. Khi phân hạch 1 g  $^{235}\text{U}$  thì năng lượng toả ra bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Số hạt nhân  $^{235}\text{U}$  có trong 1 g:

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{(1\text{ g})}{(235\text{ g/mol})} \cdot (6,02 \cdot 10^{-23} \text{ mol}^{-1}) = 2,56 \cdot 10^{21} \text{ hạt.}$$

Năng lượng toả ra:

$$E = N\varepsilon = 2,56 \cdot 10^{21} \cdot (200 \text{ MeV}) = 5,12 \cdot 10^{23} \text{ MeV.}$$

**✓ VÍ DỤ 2**

Xét phản ứng phân hạch:  ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \longrightarrow {}_{42}^{95}\text{Mo} + {}_{57}^{139}\text{La} + 2 {}_0^1\text{n} + 7\beta^-$ . Biết mỗi hạt  ${}_{92}^{235}\text{U}$  phân hạch toả ra năng lượng 215 MeV. Cho năng suất toả nhiệt của xăng là  $4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$  và  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ . Để có năng lượng tương đương khi 100 g  ${}_{92}^{235}\text{U}$  phân hạch hoàn toàn thì khối lượng xăng cần đốt bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Số hạt nhân  $^{235}\text{U}$  có trong 100 g nhiên liệu:

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{(100\text{ g})}{(235\text{ g/mol})} \cdot (6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = 2,56 \cdot 10^{23} \text{ hạt.}$$

Năng lượng toả ra khi phân hạch 100 g  $^{235}\text{U}$ :

$$\Delta E = N\varepsilon = 2,56 \cdot 10^{23} \cdot (215 \text{ MeV}) = 5,5 \cdot 10^{25} \text{ MeV} \approx 8,81 \cdot 10^{12} \text{ J.}$$

Khối lượng xăng cần dùng để tạo ra được năng lượng như trên:

$$m = \frac{\Delta E}{q} = 1,916 \cdot 10^5 \text{ kg.}$$

**✓ VÍ DỤ 3**

Xét phản ứng nhiệt hạch:  ${}_1^2\text{D} + {}_1^2\text{D} \longrightarrow {}_2^4\text{He}$ . Cho  $m_{\text{D}} = 2,0136 \text{ u}$  và  $m_{\text{He}} = 4,0015 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV/c}^2$ . Biết năng suất toả nhiệt của thuốc nổ TNT là  $4 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$ ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ . Để có năng lượng tương đương với 0,5 kg  ${}_2^4\text{He}$  tạo thành thì cần khối lượng TNT bằng bao nhiêu?



 **Lời giải.**

Năng lượng toả ra của 1 phản ứng:

$$\varepsilon = (2m_D - m_{He}) c^2 = 23,939\,55 \text{ MeV}.$$

Số hạt nhân He chứa trong 500 g  ${}_2^4\text{He}$  tạo thành:

$$N = \frac{m}{m_{He}} = \frac{(0,5 \text{ kg})}{4,0015 \cdot (1,660\,55 \cdot 10^{-27} \text{ kg})} = 7,525 \cdot 10^{25} \text{ hạt.}$$

Năng lượng toả ra khi tạo thành 0,5 kg He:

$$\Delta E = N\varepsilon = 7,52 \cdot 10^{25} \cdot (23,939\,55 \text{ MeV}) = 1,8 \cdot 10^{27} \text{ MeV} \approx 288,2 \text{ MJ.}$$

Khối lượng thuốc nổ TNT cần dùng:

$$m = \frac{\Delta E}{q} = \frac{288,2 \cdot 10^6 \text{ J}}{4 \cdot 10^3 \text{ J/kg}} = 72,05 \cdot 10^3 \text{ kg.}$$

**DẠNG  
2**

**Giải được bài toán liên quan đến hiệu suất nhà máy điện hạt nhân**

**VÍ DỤ 4**

Một nhà máy điện hạt nhân dùng nhiên liệu uranium  ${}_{92}^{235}\text{U}$  có công suất phát điện là 100 MW. Biết hiệu suất của nhà máy là 20 % và một hạt nhân uranium  ${}_{92}^{235}\text{U}$  phân hạch thì toả ra năng lượng  $3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ . Lấy  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  và khối lượng mol của  ${}_{92}^{235}\text{U}$  là 235 g/mol. Nếu nhà máy hoạt động liên tục thì lượng uranium  ${}_{92}^{235}\text{U}$  nhà máy cần dùng trong 365 ngày là bao nhiêu?

 **Lời giải.**

Công suất phát điện của nhà máy  $\mathcal{P}_{ci} = 100 \text{ MW}$ .

Công suất lò phản ứng:

$$H = \frac{\mathcal{P}_{ci}}{\mathcal{P}} \Rightarrow \mathcal{P} = \frac{\mathcal{P}_{ci}}{H} = 500 \text{ MW.}$$

Năng lượng phản ứng hạt nhân trong lò phản ứng trong thời gian 365 ngày:

$$E = \mathcal{P}t = (500 \cdot 10^6 \text{ W}) \cdot 365 \cdot 24 \cdot (3600 \text{ s}) = 1,5768 \cdot 10^{16} \text{ J.}$$

Khối lượng uranium cần dùng trong 365 ngày:

$$m = \frac{N}{N_A} M = \frac{E}{\varepsilon N_A} M = \frac{(1,5768 \cdot 10^{16} \text{ J})}{(3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}) \cdot (6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1})} \cdot (235 \text{ g/mol}) = 192,35 \cdot 10^3 \text{ g} = 192,35 \text{ kg.}$$

**C. BÀI TẬP**
**1 Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn**

**Câu 1.** Phản ứng nhiệt hạch là

- (A) sự biến đổi hạt nhân dưới tác dụng nhiệt.
- (B) sự phân rã của một hạt nhân thành những hạt nhân khác một cách tự phát.
- (C) phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành các hạt nhân nhẹ hơn.
- (D) phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

 **Lời giải.**

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 2.** Trong các phát biểu sau về phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch, có bao nhiêu phát biểu **đúng?**

- (1) Đều là phản ứng hạt nhân toả năng lượng.
- (2) Đều là hiện tượng một hạt nhân nổ ra thành các hạt nhân nhẹ hơn.
- (3) Đều là phản ứng tổng hợp hạt nhân.
- (4) Đều xảy ra sự biến đổi hạt nhân.

**A** 1.**B** 2.**C** 3.**D** 4.

**Lời giải.**

Các phát biểu đúng là (1) và (4)

Chọn đáp án **B** .....

**Câu 3.** Trong một phản ứng hạt nhân, luôn có sự bảo toàn

**A** số proton.**B** số nucleon.**C** số neutron.**D** khối lượng.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B** .....

**Câu 4.** Phần lớn năng lượng giải phóng trong phản ứng phân hạch là

- A** năng lượng toả ra do phóng xạ của các mảnh.
- B** động năng các neutron phát ra.
- C** động năng của các mảnh.
- D** năng lượng các photon của tia  $\gamma$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....

**Câu 5.** Tìm câu **sai**. Những điều kiện cần phải có để tạo ra phản ứng hạt nhân dây chuyền là

- A** sau mỗi lần phân hạch, số neutron giải phóng phải lớn hơn hoặc bằng 1.
- B** lượng nhiên liệu (uranium, plutonium) phải đủ lớn để tạo nên phản ứng dây chuyền.
- C** nhiệt độ phải được đưa lên cao.
- D** phải có nguồn tạo ra neutron.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....

**Câu 6.** Nguồn gốc năng lượng của Mặt Trời là do

- A** các phản ứng nhiệt hạch xảy ra trong lòng nó.
- B** các phản ứng phân hạch xảy ra trong lòng nó.
- C** các phản ứng hóa học xảy ra trong lòng nó.
- D** các phản ứng hạt nhân tự phát dây chuyền trong lòng nó.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **A** .....

**Câu 7.** Phản ứng hạt nhân nào sau đây **không phải** là phản ứng nhiệt hạch?

- A**  ${}_1^2H + {}_1^2H \rightarrow {}_2^4He$ .
- B**  ${}_1^2H + {}_3^6Li \rightarrow {}_2^4He$ .
- C**  ${}_2^4He + {}_{14}^{14}N \rightarrow {}_8^{17}O + {}_1^1H$ .
- D**  ${}_1^1H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** .....



**Câu 8.** Tìm phát biểu sai.

- A** Phản ứng nhiệt hạch là sự tổng hợp hai hạt nhân nhẹ thành hạt nhân nặng hơn, còn phản ứng phân hạch là sự phá vỡ một hạt nhân nặng thành hai hạt nhân nhẹ hơn.
- B** Năng lượng toả ra trong phản ứng nhiệt hạch lớn hơn năng lượng toả ra trong phản ứng phân hạch.
- C** Phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch đều là phản ứng hạt nhân toả năng lượng.
- D** Hiện nay con người đã kiểm soát được phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch.

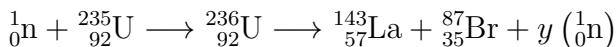
**Lời giải.**

Hiện nay con người mới kiểm soát được phản ứng phân hạch trong lò phản ứng hạt nhân; còn với phản ứng nhiệt hạch thì mới chỉ thực hiện được phản ứng dưới dạng không kiểm soát được (bom H).

Chọn đáp án **D** ..... □

**Câu 9.** Hạt nhân  $^{234}_{92}\text{U}$  phát ra hạt  ${}_2^4\alpha$  và biến đổi thành hạt nhân mới, phương trình phản ứng của quá trình này có dạng**Lời giải.**

Chọn đáp án **B** ..... □

**Câu 10.** Một trong các phản ứng xảy ra trong lò phản ứng là:

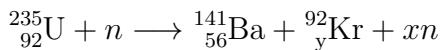
với  $y$  là số neutron. Giá trị  $y$  bằng

- A** 4. **B** 6. **C** 8. **D** 10.

**Lời giải.**

Áp dụng định luật bảo toàn số nucleon:  $236 = 143 + 87 + y \Rightarrow y = 6$ .

Chọn đáp án **B** ..... □

**Câu 11.** Uranium ( $^{235}\text{U}$ ) khi được kích thích bởi neutron châm sê phân hạch với phương trình phản ứng:

Các giá trị  $x$  và  $y$  lần lượt là

- A**  $x = 3, y = 36$ . **B**  $x = 3, y = 34$ . **C**  $x = 2, y = 36$ . **D**  $x = 2, y = 35$ .

**Lời giải.**

Bảo toàn điện tích và bảo toàn số khồi ta được:

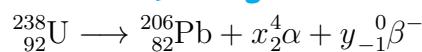
$$\begin{cases} 235 + 1 = 141 + 92 + x \\ 92 = 56 + y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 3 \\ y = 36 \end{cases} .$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 12.** Uranium 238 là nguyên tố khởi đầu của một họ phóng xạ, cuối cùng cho ra đồng vị bền của chì  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Các phân rã liên tục phát ra hạt  $\alpha$  hoặc hạt  $\beta^-$ . Tuổi thọ của các hạt nhân trung gian khá ngắn để người ta có thể bỏ qua sự hiện diện của chúng. Như vậy, sự phân rã có thể thu gọn trong một phản ứng duy nhất:

Các giá trị  $x$  và  $y$  lần lượt là

- A**  $x = 5, y = 12$ . **B**  $x = 6, y = 8$ . **C**  $x = 8, y = 6$ . **D**  $x = 4, y = 2$ .

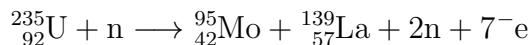
**Lời giải.**

Bảo toàn điện tích và bảo toàn số khói ta được:

$$\begin{cases} 238 = 206 + 4x \\ 92 = 82 + 2x - y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 8 \\ y = 6 \end{cases}$$

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 13.** Xét phản ứng phân hạch uranium có phương trình:



Cho khối lượng các hạt:  $m_{\text{U}} = 234,99\text{u}$ ;  $m_{\text{Mo}} = 94,88\text{u}$ ;  $m_{\text{La}} = 138,87\text{u}$ ;  $m_n = 1,0087\text{u}$ ;  $1\text{u} = 931,5\text{MeV}/c^2$ .  
Bỏ qua khối lượng của electron. Năng lượng mà một phân hạch tỏa ra bằng

- A** 215,34 MeV.      **B** 723,76 MeV.      **C** 723,37 MeV.      **D** 215,46 MeV.

**Lời giải.**

$$E = (m_{\text{U}} + m_n - m_{\text{Mo}} - m_{\text{La}} - 2m_n)c^2 = 0,2313\text{uc}^2 = 215,46\text{ MeV}.$$

Chọn đáp án **D** ..... □

**Câu 14.** Cho rằng một hạt nhân uranium  $^{235}_{92}\text{U}$  khi phân hạch thì tỏa ra năng lượng là 200 MeV. Năng lượng tỏa ra khi 2 g uranium  $^{235}_{92}\text{U}$  phân hạch hết là

- A**  $9,6 \cdot 10^{10}\text{ J}$ .      **B**  $10,3 \cdot 10^{23}\text{ J}$ .      **C**  $16,4 \cdot 10^{23}\text{ J}$ .      **D**  $16,4 \cdot 10^{10}\text{ J}$ .

**Lời giải.**

Số hạt uranium có trong 2 g:  $N = \frac{2}{235}N_A = 5,12 \cdot 10^{21}$  hạt.

Năng lượng tỏa ra:

$$E = 200N = 1,025 \cdot 10^{24}\text{ MeV} = 16,4 \cdot 10^{10}\text{ J}.$$

Chọn đáp án **D** ..... □

**Câu 15.** Xét lần lượt hai phản ứng sau:

- ✓ Phản ứng 1:**  $^{235}_{92}\text{U} + {}_0^1n \longrightarrow {}^{143}_{60}\text{Nd} + {}^{90}_{40}\text{Zr} + 3{}^1_0n + 8{}^{-1}_0e + 8\bar{v}_e + 200\text{ MeV}$ . Khối lượng của  $^{235}_{92}\text{U}$  sử dụng trong phản ứng 1 là 50 g.  
**✓ Phản ứng 2:**  ${}_1^1H + {}_0^1n \longrightarrow {}_1^2D + 2,23\text{ MeV}$ . Khối lượng  ${}_1^2D$  tạo thành từ phản ứng 2 là 50 g.

Biết số Avogadro là  $N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ . Nhận định nào sau đây **đúng**?

- A** Phản ứng 1 thuộc loại phản ứng nhiệt hạch, năng lượng tỏa ra khi phản ứng hết 50 g  $^{235}_{92}\text{U}$  là  $2,56 \cdot 10^{25}\text{ MeV}$ .  
**B** Phản ứng 2 thuộc loại phản ứng phân hạch, năng lượng tỏa ra khi thu được 50 g  ${}_1^2D$  là  $3,36 \cdot 10^{25}\text{ MeV}$ .  
**C** Xét về năng lượng tỏa ra của một phản ứng thì phản ứng nhiệt hạch có giá trị lớn hơn phản ứng phân hạch.  
**D** Tổng năng lượng tỏa ra ở phản ứng 2 lớn gấp 1,3125 lần tổng năng lượng tỏa ra ở phản ứng 1.

Năng lượng tỏa ra khi sử dụng hết 50 g  $^{235}_{92}\text{U}$ :

**Lời giải.**

$$Q_1 = \frac{50}{235} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 200 \approx 2,56 \cdot 10^{25}\text{ MeV}.$$



Năng lượng tỏa ra khi thu được 50 g  ${}_1^2\text{D}$ :

$$Q_2 = \frac{50}{2} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2,23 \approx 3,36 \cdot 10^{25} \text{ MeV}$$

Vậy năng lượng tỏa ra ở phản ứng nhiệt hạch lớn hơn phản ứng phân hạch nói trên 1,3125 lần trong các trường hợp đang xét.

Chọn đáp án (D) ..... □

**Câu 16.** Bom hydrogen (bom H) là một loại vũ khí hạt nhân có sức tàn phá lớn hơn bom nguyên tử (bom A) rất nhiều lần, dù hiện nay cả bom hydrogen và bom nguyên tử đều không được sử dụng trong các cuộc chiến tranh. Sở dĩ bom hydrogen có sức tàn phá lớn như vậy là do nó là sự kết hợp của phản ứng phân hạch của  ${}_{92}^{235}\text{U}$  (giai đoạn 1) để tạo ra môi trường có nhiệt độ rất cao, cung cấp động năng cho các hạt tham gia phản ứng nhiệt hạch (giai đoạn 2) theo phương trình phản ứng  ${}_{1}^2\text{H} + {}_{1}^3\text{H} \rightarrow {}_{2}^4\text{He} + {}_{0}^1\text{n} + 17,6 \text{ MeV}$ . Giả sử năng lượng tỏa ra từ quá trình phân hạch còn lại sau khi tạo phản ứng nhiệt hạch là  $2,8 \cdot 10^{10} \text{ J}$  và khối lượng  ${}_{2}^4\text{He}$  được tạo thành từ một vụ nổ bom hydrogen trong thí nghiệm vũ khí hạt nhân là 200 g thì sức tàn phá của quả bom này tương đương với khoảng bao nhiêu tấn thuốc nổ TNT? Biết rằng năng lượng tỏa ra khi một tấn thuốc nổ TNT cháy hoàn toàn là  $4,2 \cdot 10^9 \text{ J}$ . Cho số Avogadro là  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

(A) 20197,14 tấn.

(B) 20190,48 tấn..

(C) 20166,6 tấn..

(D) 20183,81 tấn.

### 💬 Lời giải.

số lượng  ${}_{2}^4\text{He}$  được tạo thành là:

$$N_{\text{He}} = \frac{200}{4} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 3,011 \cdot 10^{25} \text{ hạt}$$

Tổng năng lượng tỏa ra của các phản ứng nhiệt hạch là:

$$Q = 3,011 \cdot 10^{25} \cdot (17,6 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) \approx 8,48 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

Khối lượng thuốc nổ TNT cần dùng để năng lượng tỏa ra tương đương với bom hydrogen là:

$$m = \frac{2,8 \cdot 10^{10} + 8,48 \cdot 10^{13}}{4,2 \cdot 10^9} \approx 20197,14 \text{ tấn}$$

Chọn đáp án (A) ..... □

## 2 | Trắc nghiệm đúng/sai

**Câu 1.** Trong mỗi phát biểu sau, em hãy chọn đúng hoặc sai.

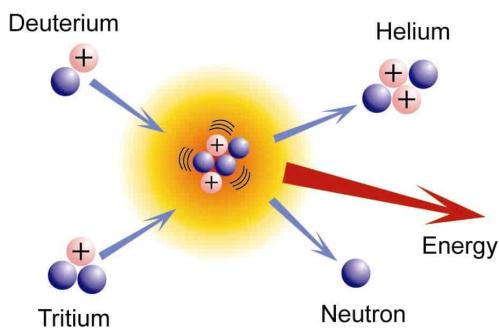
Phát biểu	D	S
a) Trong các phản ứng hạt nhân, điện tích và số khối được bảo toàn nên số neutron cũng được bảo toàn.		X
b) Cho phản ứng hạt nhân ${}_{0}^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + X + 2{}_{0}^1\text{n}$ . Hạt nhân X có 54 proton và 86 neutron.	(X)	
c) Trong phản ứng nhiệt hạch: ${}_{1}^2\text{H} + {}_{1}^3\text{H} \rightarrow {}_{2}^4\text{He} + {}_{0}^1\text{n} + 17,6 \text{ MeV}$ , năng lượng cần cung cấp cho phản ứng là 17,6 MeV.		X
d) Công nghệ hạt nhân đang được ứng dụng nhiều trong y học, công nghiệp, nông nghiệp, khảo cổ học, thực phẩm.	(X)	

Phát biểu	D	S
e) Trong phản ứng hạt nhân chỉ có sự bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối.		X
f) Phản ứng nhiệt hạch là nguồn năng lượng của Mặt Trời và các sao.	(X)	

**Lời giải.**

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c sai | d đúng | e sai | f đúng] .....

**Câu 2.** Hình bên là sơ đồ minh họa cho phản ứng tổng hợp hạt nhân thường xảy ra trên Mặt Trời và các ngôi sao.



Phát biểu	D	S
a) Phản ứng này còn được gọi là phản ứng nhiệt hạch.	(X)	
b) Đây là phản ứng thu năng lượng.		X
c) Phản ứng này tạo ra nhiều sản phẩm có tính phóng xạ.		X
d) Hiện nay, con người đã điều khiển được phản ứng này.		X

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Sai. Đây là phản ứng tỏa năng lượng.
- c) Sai. Hiện trong các phản ứng tổng hợp hạt nhân chưa thấy hạt sản phẩm có tính phóng xạ.
- d) Sai. Con người chưa điều khiển được phản ứng nhiệt hạch.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c sai | d sai] .....

**Câu 3.** Trái bom "Little Boy" mà Mỹ ném xuống thành phố Hiroshima của Nhật Bản ngày 6 tháng 8 năm 1945 chứa 60 kg đồng vị uranium là  $^{235}_{92}\text{U}$ . Coi như mỗi phản ứng phân hạch uranium tỏa năng lượng khoảng 200 MeV.

Phát biểu	D	S
a) Người ta tạo ra phản ứng phân hạch dây chuyền có kiểm soát với hệ số nhân neutron bằng 1 để kích hoạt bom nổ.		X
b) Người ta tạo ra phản ứng phân hạch dây chuyền với hệ số nhân neutron lớn hơn 1 để kích hoạt bom nổ.	(X)	



Phát biểu	D	S
c) Phản ứng này đã tạo ra rất nhiều hạt phóng xạ gây nguy hiểm cho cơ thể con người một thời gian rất dài sau đó.	(X)	
d) Để tạo ra năng lượng tương đương với quả bom thì cần 1,23 ngàn tấn thuốc nổ. Biết 1 kg thuốc nổ tạo ra năng lượng $4 \cdot 10^6$ J. Lấy khối lượng uranium bằng số khối của nó.		X

**Lời giải.**

- a) Phản ứng dây chuyền trong bom không kiểm soát được, hệ số nhân neutron  $>1$ .
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai. Lượng thuốc nổ cần dùng là xấp xỉ 1,23 triệu tấn.

Chọn đáp án [ a sai | b đúng | c đúng | d sai ] ..... □

**Câu 4.** Trong một lò phản ứng hạt nhân sử dụng đồng vị phóng xạ  $^{235}\text{U}$ , người ta dùng các neutron có động năng cỡ 0,01 eV bắn vào hạt nhân  $^{235}\text{U}$  để tạo ra phản ứng phân hạch:  $\text{n} + ^{235}\text{U} \longrightarrow \text{X} + \text{Y} + kn + Q$ . Trong đó  $Q$  là năng lượng của quá trình phân hạch có giá trị khoảng 190 MeV bao gồm:

- nhiệt năng sinh ra: 167 MeV;
- năng lượng neutron nhanh: 5 MeV;
- bức xạ  $\gamma$  tức thời: 7 MeV;
- phát xạ beta của sản phẩm sau phân hạch: 5 MeV;
- phát xạ  $\gamma$  của các sản phẩm phân hạch: 6 MeV.

Phát biểu	D	S
a) Để lò hoạt động bình thường cần duy trì số neutron còn lại sau mỗi phân hạch bằng 1.	(X)	
b) Các neutron sinh ra sau mỗi phản ứng sẽ tham gia ngay vào phản ứng tiếp theo mà không cần trải qua quá trình nào khác.		X
c) Nhiệt năng sinh ra trong mỗi phản ứng xấp xỉ 88 % năng lượng của phản ứng.	(X)	
d) Để thu được công suất 100 MW từ nhiệt năng thì lượng $^{235}\text{U}$ cần thiết trong 1 ngày là 126,2 g.	(X)	

**Lời giải.**

- a) Đúng. Để duy trì phản ứng hạt nhân kiểm soát được, hệ số nhân neutron phải bằng 1.
- b) Sai. Các neutron sinh ra sau các phản ứng là các neutron nhanh, chúng cần được làm chậm để tham gia vào các phản ứng tiếp theo.
- c) Đúng. Tỉ lệ nhiệt năng so với năng lượng phản ứng:  $p = \frac{167}{190} \approx 88\%$ .
- d) Đúng. Khối lượng  $^{235}\text{U}$  cần sử dụng:  $m = \frac{100 \cdot 10^4 \cdot 24 \cdot 3600}{167 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \cdot \frac{235}{6,02 \cdot 10^{23}} = 126,2 \text{ g}$ .

Chọn đáp án [ a đúng | b sai | c đúng | d đúng ] ..... □

### 3 | Tự luận

**Câu 1.** Xét phản ứng nhiệt hạch:  ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$ . Để tổng hợp được 50 g hạt  $\alpha$  thì khối lượng  ${}_1^2\text{H}$  và  ${}_1^3\text{H}$  phải sử dụng là bao nhiêu? Coi khối lượng mol gần bằng số khối của hạt nhân. Biết số Avogadro là  $N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**Lời giải.**

Để tạo ra 1 hạt  ${}_2^4\text{He}$  cần phải có sự tham gia của 1 hạt  ${}_1^2\text{H}$  và 1 hạt  ${}_1^3\text{H}$ . Số hạt  ${}_2^4\text{He}$  có trong 50 g  ${}_2^4\text{He}$ :

$$N_{\text{H}_2} = N_{\text{H}_3} = N_{\text{He}} = \frac{50}{4} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 7,5275 \cdot 10^{24} \text{ hạt}.$$

Khối lượng  ${}_1^2\text{H}$ :  $m_{\text{H}_2} = \frac{7,5275 \cdot 10^{24}}{6,022 \cdot 10^{23}} \cdot 2 = 25 \text{ g}$ . Khối lượng  ${}_1^3\text{H}$ :  $m_{\text{H}_3} = \frac{7,5275 \cdot 10^{24}}{6,022 \cdot 10^{23}} \cdot 3 = 37,5 \text{ g}$ .

**Câu 2.** Xét phản ứng nhiệt hạch:  ${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He}$  có năng lượng toả ra là 3,25 MeV. Nếu quá trình nhiệt hạch sử dụng hết 150 g  ${}_1^2\text{H}$  thì tổng năng lượng thu được là bao nhiêu? Coi khối lượng mol gần bằng số khối của hạt nhân. Biết số Avogadro là  $N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**Lời giải.**

Mỗi phản ứng nhiệt hạch đang xét cần sử dụng 2 hạt  ${}_1^2\text{H}$ . Do đó, số lượng phản ứng nhiệt hạch khi sử dụng hết 150 g  ${}_1^2\text{H}$  là:

$$N = \frac{N_{\text{H}_2}}{2} = \frac{150}{4} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 2,25825 \cdot 10^{25}$$

Tổng năng lượng thu được:

$$W = 2,25825 \cdot 10^{25} \cdot 3,25 \approx 7,3393 \cdot 10^{25} \text{ MeV}.$$

**Câu 3.** Khi tổng hợp hạt nhân  ${}_2^4\text{He}$  từ phản ứng hạt nhân  ${}_1^1\text{H} + {}_3^7\text{Li} \rightarrow {}_2^4\text{He} + X$ , mỗi phản ứng trên toả năng lượng 17,3 MeV. Tính năng lượng toả ra khi tổng hợp được 0,5 mol helium.

**Lời giải.**

Vì hạt nhân X cũng là hạt nhân helium  ${}_2^4\text{He}$ , nên năng lượng toả ra khi tổng hợp 0,5 mol helium là:

$$\frac{0,5 \cdot 17,3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{2} = 2,6 \cdot 10^{24} \text{ MeV}.$$

**Câu 4.** Cho một hạt neutron có động năng lớn đến bắn phá hạt nhân  ${}_{92}^{235}\text{U}$  đang đứng yên để tạo ra phản ứng phân hạch:  ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{54}^{140}\text{Xe} + {}_{38}^{94}\text{Sr} + x {}_0^1\text{n}$ .

- a) Xác định giá trị  $x$  (số neutron được tạo thành sau phản ứng).
- b) Trong phản ứng phân hạch này, năng lượng của phản ứng được xác định bằng hiệu của năng lượng liên kết giữa các hạt nhân sản phẩm với các hạt nhân tham gia phản ứng. Biết năng lượng liên kết riêng của  ${}_{92}^{235}\text{U}$  là 7,59 MeV/nucleon,  ${}_{54}^{140}\text{Xe}$  là 8,29 MeV/nucleon,  ${}_{38}^{94}\text{Sr}$  là 8,59 MeV/nucleon. Tính năng lượng phản ứng.

**Lời giải.**

- a) Áp dụng định luật bảo toàn số nucleon:  $1 + 235 = 140 + 94 + x \cdot 1 \Rightarrow x = 2$ .
- b)  $\Delta E = E_{\text{lkXe}} + E_{\text{lkSr}} - E_{\text{lkU}} = 140 \cdot 8,29 + 94 \cdot 8,59 - 235 \cdot 7,59 = 184,41 \text{ MeV}$ .

**Câu 5.**



- a) Một nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện 1920 MW, dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân  $^{235}_{92}\text{U}$  với hiệu suất 33 %. Lấy mỗi năm có 365 ngày; mỗi phân hạch sinh ra năng lượng khoảng 200 MeV. Khối lượng  $^{235}_{92}\text{U}$  mà nhà máy điện hạt nhân tiêu thụ mỗi năm là bao nhiêu? Cho biết số Avogadro là  $N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
- b) Cần sử dụng khối lượng than đá bằng bao nhiêu trong một nhà máy nhiệt điện để tạo ra lượng năng lượng như trên? Biết năng suất toả nhiệt của than đá là 20 MJ/kg.

 **Lời giải.**

a) Năng lượng có ích:  $A_{ci} = 1920 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 86400 \approx 6,1 \cdot 10^{16} \text{ J}$ .

Vì hiệu suất nhà máy là 33 % nên năng lượng toàn phần cần sử dụng trong một năm là

$$A_{tp} = \frac{6,1 \cdot 10^{16} \text{ J}}{0,33} \approx 1,8 \cdot 10^{17} \text{ J}.$$

Số hạt  $^{235}_{92}\text{U}$  cần dùng:  $N = \frac{1,8 \cdot 10^{17}}{200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx 5,6 \cdot 10^{27} \text{ hạt}$ .

Khối lượng  $^{235}_{92}\text{U}$  cần dùng:

$$m = \frac{5,6 \cdot 10^{27}}{6,022 \cdot 10^{23}} \cdot 235 \approx 2,2 \cdot 10^6 \text{ g} = 2,2 \text{ tấn.}$$

b) Khối lượng than đá cần phải sử dụng để tạo ra năng lượng tương đương ở câu a:

$$m' = \frac{1,8 \cdot 10^{17}}{20 \cdot 10^6} = 9 \cdot 10^9 \text{ kg} = 9 \cdot 10^6 \text{ tấn.}$$

**Câu 6.** Năng lượng của Mặt Trời và các ngôi sao trong vũ trụ đều có nguồn gốc từ các phản ứng nhiệt hạch, bắt đầu từ việc đốt cháy hydrogen để tạo thành helium (được gọi là chu trình proton - proton). Xét một ngôi sao đã đốt cháy hoàn toàn hydrogen thành helium và coi rằng các hạt nhân helium tạo thành đều tham gia vào quá trình ba - alpha theo phương trình:  ${}_2^4\text{He} + {}_2^4\text{He} + {}_2^4\text{He} \longrightarrow {}_6^{12}\text{C} + 7,275 \text{ MeV}$ . Nếu khối lượng của ngôi sao vào thời điểm đó là  $4 \cdot 10^{30} \text{ kg}$  (khi tất cả hạt nhân trong ngôi sao đều là helium) và công suất toả nhiệt của ngôi sao là  $3,8 \cdot 10^{30} \text{ W}$  thì sau bao lâu toàn bộ hạt nhân  ${}_2^4\text{He}$  chuyển hóa hoàn toàn thành  ${}_6^{12}\text{C}$ ? Cho biết số Avogadro là  $N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

 **Lời giải.**

Số lượng hạt nhân  ${}_2^4\text{He}$  trong ngôi sao là:

$$N = \frac{4 \cdot 10^{30} \cdot 10^3}{4} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 6,022 \cdot 10^{56} \text{ hạt.}$$

Vì một phản ứng nhiệt hạch cần sử dụng 3 hạt nhân  ${}_2^4\text{He}$  nên tổng năng lượng toả ra của ngôi sao trong quá trình ba - alpha là:

$$Q = \frac{6,022 \cdot 10^{56}}{3} \cdot 7,275 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 2,34 \cdot 10^{44} \text{ J.}$$

Thời gian để toàn bộ hạt nhân  ${}_2^4\text{He}$  chuyển hóa hoàn toàn thành  ${}_6^{12}\text{C}$  là:

$$t = \frac{Q}{\mathcal{P}} = \frac{2,34 \cdot 10^{44}}{3,8 \cdot 10^{30}} \approx 6,16 \cdot 10^{13} \text{ s} \approx 1,95 \text{ triệu năm.}$$

## A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

## 1 | Hiện tượng phóng xạ

## 1.1. Định nghĩa

**Khái niệm** Hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành một hạt nhân khác.

Quy ước:

- ✓ Hạt nhân phóng xạ là **hạt nhân mẹ**;
- ✓ Hạt nhân sản phẩm của quá trình phân rã là **hạt nhân con**.

## 1.2. Các tính chất cơ bản của hiện tượng phóng xạ

Hiện tượng phóng xạ có hai tính chất cơ bản:

- ✓ **Tính tự phát:** quá trình phân rã xuất phát từ những biến đổi bên trong hạt nhân, hoàn toàn không phụ thuộc vào tác động bên ngoài (nhiệt độ, áp suất, ...).
- ✓ **Tính ngẫu nhiên:** Với một hạt nhân phóng xạ cho trước, ta không thể xác định thời điểm phân rã của nó.

## 2 | Bản chất của các tia phóng xạ

2.1. Tia alpha ( $\alpha$ )

Tia  $\alpha$  là dòng các hạt nhân  ${}^4_2\text{He}$ , mang hai điện tích dương. Tia  $\alpha$ :

- ✓ bị lệch trong điện trường;
- ✓ có tốc độ khoảng  $2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ ;
- ✓ làm ion hoá các nguyên tử trên đường đi nên mất năng lượng nhanh và chỉ đi được tối đa 8 cm trong không khí;
- ✓ có tính đâm xuyên yếu, có thể bị chặn bởi tờ giấy có bề dày khoảng 1 mm;
- ✓ gây nguy hiểm khi trực tiếp phóng xạ trong cơ thể người;
- ✓ phương trình phóng xạ:  ${}^A_Z\text{X} \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$ .

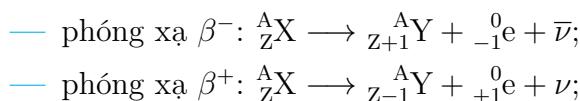
2.2. Tia beta ( $\beta$ )

Tia  $\beta$  có 2 loại:

- ✓  $\beta^-$  là dòng các electron  ${}_{-1}^0\text{e}$  mang điện tích âm;
- ✓  $\beta^+$  là dòng các positron  ${}_{+1}^0\text{e}$  mang điện tích dương.

Tia  $\beta$  có các đặc điểm sau:

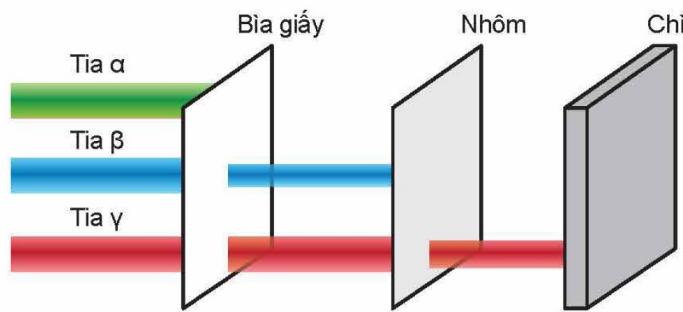
- ✓ bị lệch nhiều trong điện trường hơn tia  $\alpha$ ;
- ✓ có tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng;
- ✓ làm ion hóa môi trường yếu hơn tia  $\alpha$  nên đi được quãng đường dài hơn (vài mét) trong không khí;
- ✓ có tính đâm xuyên mạnh hơn tia  $\alpha$ ;
- ✓ có cường độ lớn, có thể gây bỏng;
- ✓ trong phân rã  $\beta$  còn xuất hiện hạt neutrino ( $\nu$ ) và phản hạt neutrino ( $\bar{\nu}$ ). Các hạt này không mang điện, khối lượng rất nhỏ và chuyển động với tốc độ xấp xỉ tốc độ ánh sáng;
- ✓ phương trình phóng xạ:



### 2.3. Tia gamma ( $\gamma$ )

Tia  $\gamma$  là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn ( $\lambda < 10^{-11}$  m), là chùm photon có năng lượng cao. Tia  $\gamma$ :

- ✓ không bị lệch trong điện trường;
- ✓ có tính đâm xuyên rất mạnh, lớn hơn nhiều so với  $\alpha$  và  $\beta$ ;
- ✓ ion hóa không khí mạnh;
- ✓ thường là tia phóng xạ kèm theo các tia  $\alpha$  và  $\beta$  khi hạt nhân con ở trạng thái năng lượng kích thích chuyển về trạng thái năng lượng cơ bản.



Hình 4.4: Minh họa khả năng đâm xuyên của các tia phóng xạ qua vật chất.

## 3 | Định luật phóng xạ

### 3.1. Chu kỳ bán rã, hằng số phóng xạ

Cứ sau một khoảng thời gian xác định  $T$  thì một nửa số hạt nhân hiện có sẽ bị phân rã, biến đổi thành hạt nhân khác;  $T$  được gọi là chu kỳ bán rã của chất phóng xạ.

Hằng số phóng xạ đặc trưng cho từng chất phóng xạ, có mối liên hệ với chu kỳ bán rã theo công

thúc:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T}. \quad (4.25)$$

trong đó:

- ✓  $\lambda$ : hằng số phóng xạ, đơn vị trong hệ SI là  $s^{-1}$ ;
- ✓  $T$ : chu kỳ bán rã, đơn vị trong hệ SI là s.

### 3.2. Định luật phóng xạ

**Định luật** Trong quá trình phân ra, số hạt nhân phóng xạ còn lại giảm theo thời gian theo quy luật hàm số mũ:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}. \quad (4.26)$$

trong đó:

- ✓  $N_t$ : số hạt nhân còn lại;
- ✓  $N_0$ : số hạt nhân ban đầu;
- ✓  $t$ : thời gian phân rã, đơn vị trong hệ SI là s;
- ✓  $T$ : chu kỳ bán rã, đơn vị trong hệ SI là s;
- ✓  $\lambda$ : hằng số phóng xạ, đơn vị trong hệ SI là  $s^{-1}$ .

## 4 | Độ phóng xạ

**Khái niệm** Độ phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, được xác định bằng số hạt nhân phóng xạ phân rã trong một giây.

$$H = -\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad (4.27)$$

Độ phóng xạ giảm theo thời gian với cùng quy luật hàm mũ giống số hạt nhân phóng xạ

$$H = H_0 e^{-\lambda t} = H_0 2^{-t/T} \quad (4.28)$$

Trong hệ SI, đơn vị của  $H$  là becquerel ( $1 \text{ Bq} = 1 \text{ phân rã/s}$ ). Ngoài ra,  $H$  còn có đơn vị là ci ( $1 \text{ ci} = 3,66 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$ )

## 5 | Quy tắc an toàn phóng xạ

Các quy tắc cơ bản cần thực hiện để đảm bảo an toàn khi ở các khu vực có nguồn phóng xạ hoặc phải làm việc trực tiếp với nguồn phóng xạ:

- ✓ Giảm thiểu thời gian tiếp xúc với nguồn phóng xạ.
- ✓ Giữ khoảng cách phù hợp đến nguồn phóng xạ.
- ✓ Sử dụng các màn chắn, trang phục bảo hộ để đảm bảo che chắn phóng xạ.

## B. VÍ DỤ MINH HOẠ

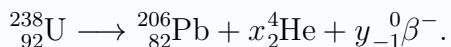


DẠNG  
1

## Vận dụng các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân để viết đúng phương trình phân rã

## + Ví dụ 1

Uranium 238 sau một loạt phóng xạ  $\alpha$  và biến thành chì. Phương trình của phản ứng là:



Xác định giá trị của  $x$  và  $y$ .

## Lời giải.

Bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối, ta thu được hệ phương trình:

$$\begin{cases} 4x + 0y = 238 - 206 = 32 \\ 2x + (-1)y = 92 - 82 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 8 \\ y = 6 \end{cases}$$

DẠNG  
2

## Vận dụng định luật phóng xạ xác định số hạt/khối lượng hạt nhân phóng xạ còn lại

Sau thời gian  $t$ , số hạt và khối lượng hạt nhân phóng xạ còn lại:

$$\begin{cases} N = N_0 2^{-t/T} = N_0 e^{-\lambda t} \\ m = m_0 2^{-t/T} = m_0 e^{-\lambda t} \end{cases} \quad (4.29)$$

Số hạt và khối lượng hạt nhân đã phóng xạ:

$$\begin{cases} \Delta N = N_0 - N = N_0 (1 - 2^{-t/T}) = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) \\ \Delta m = m_0 - m = m_0 (1 - 2^{-t/T}) = m_0 (1 - e^{-\lambda t}) \end{cases} \quad (4.30)$$

## + Ví dụ 2

Chất phóng xạ polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  phóng xạ tia  $\alpha$  và biến thành hạt nhân chì Pb. Biết chu kì bán rã của  $^{210}_{84}\text{Po}$  là 138 ngày và ban đầu có 100 g chất. Lấy khối lượng nguyên tử xấp xỉ số khối.

- Tính số hạt Po và khối lượng Po còn lại sau 69 ngày.
- Tính số hạt Po bị phân rã và khối lượng Po đã phân rã sau 80 ngày.
- Sau 150 ngày có bao nhiêu phần trăm Po bị phân rã?
- Sau bao lâu Po bị phân rã 12,5 g?
- Sau bao lâu (kể từ thời điểm ban đầu) số hạt nhân của  $^{210}_{84}\text{Po}$  phóng xạ còn lại bằng 25 % số hạt nhân ban đầu?

## Lời giải.

Số hạt nhân Po ban đầu có trong mẫu:

$$N_0 = \frac{m}{A} N_A = \frac{(100 \text{ g})}{(210 \text{ g/mol})} \cdot (6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) \approx 2,866 \cdot 10^{23} \text{ hạt.}$$

a) Sau 69 ngày, số hạt và khối lượng Po còn lại là:

$$\begin{cases} N = N_0 \cdot 2^{-t/T} = 2,866 \cdot 10^{23} \cdot 2^{-\frac{69}{138}} = 2,027 \cdot 10^{23} \text{ hạt} \\ m = m_0 \cdot 2^{-t/T} = (100 \text{ g}) \cdot 2^{-\frac{69}{138}} = 50\sqrt{2} \text{ g} \end{cases}$$

b) Sau 80 ngày, số hạt và khối lượng Po đã bị phân rã:

$$\begin{cases} \Delta N = N_0 (1 - 2^{-t/T}) = 2,866 \cdot 10^{23} \cdot \left(1 - 2^{-\frac{80}{138}}\right) = 9,48 \cdot 10^{22} \text{ hạt} \\ \Delta m = m_0 (1 - 2^{-t/T}) = (100 \text{ g}) \cdot \left(1 - 2^{-\frac{80}{138}}\right) \approx 33,1 \text{ g} \end{cases}$$

c) Sau 150 ngày, phần trăm Po bị phân rã là

$$\frac{\Delta m}{m_0} = 1 - 2^{-t/T} = 1 - 2^{-\frac{150}{180}} = 52,924\%.$$

d) Khối lượng Po bị phân rã:

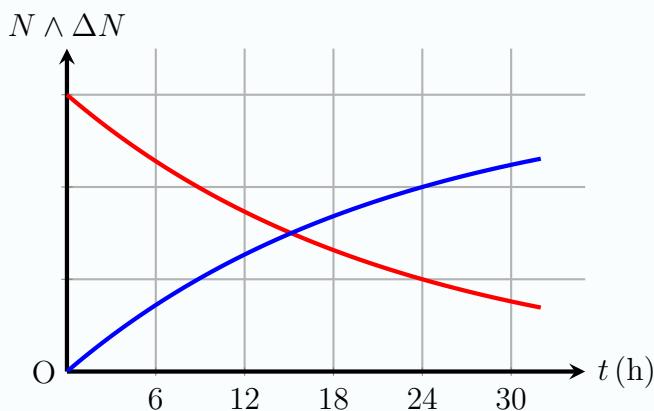
$$\Delta m = m_0 (1 - 2^{-t/T}) \Leftrightarrow 0,25 = 2^{-\frac{t}{138}} \Rightarrow t = 276 \text{ ngày.}$$

e) Số hạt nhân Po phóng xạ còn lại 25% so với ban đầu thì

$$\frac{N}{N_0} = 2^{-t/T} \Leftrightarrow 0,25 = 2^{-\frac{t}{138}} \Rightarrow t = 276 \text{ ngày.}$$

### Ví dụ 3

Hình bên biểu diễn sự phụ thuộc của số hạt còn lại và số hạt đã bị phân rã theo thời gian  $t$  của một mẫu chất phóng xạ X.



a) Chu kỳ bán rã của X bằng bao nhiêu?

b) Tại thời điểm  $t = 18$  h, số hạt X đã bị phân rã gấp mấy lần số hạt X còn lại trong mẫu?

#### Lời giải.

a) Dựa vào đồ thị, tại thời điểm  $t = 24$  h thì

$$\begin{aligned} \Delta N = 2N &\Leftrightarrow N_0 (1 - 2^{-t/T}) = 2N_0 \cdot 2^{-t/T} \Leftrightarrow \left(1 - 2^{-\frac{24}{T}}\right) = 2 \cdot 2^{-\frac{24}{T}} \\ &\Rightarrow T \approx 15,14 \text{ h.} \end{aligned}$$

b) Tại  $t = 18$  h:

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{1 - 2^{-t/T}}{2^{-t/T}} = \frac{1 - 2^{-18/15,14}}{2^{-18/15,14}} \approx 1,28.$$

Vậy tại thời điểm  $t = 18$  h, số hạt X đã bị phân rã gấp 1,28 lần số hạt X còn lại.



## Bài toán về số hạt nhân và khối lượng hạt nhân con tạo thành

Xét hạt nhân X phóng xạ ra tia phóng xạ C và biến đổi thành hạt nhân Y:



Mỗi hạt nhân mẹ bị phân rã tạo thành một hạt nhân con nên số hạt nhân con tạo thành đúng bằng số hạt nhân mẹ bị phân rã:

$$\begin{cases} N_Y = \Delta N_X = N_{0X} (1 - 2^{-t/T}) \\ n_Y = \Delta n_X = n_{0X} (1 - 2^{-t/T}) \end{cases} \quad (4.32)$$

Khối lượng hạt nhân Y được tạo thành sau thời gian  $t$  là

$$n_Y = n_{0X} (1 - 2^{-t/T}) \Leftrightarrow \frac{m_Y}{A_Y} = \frac{m_0}{A_X} (1 - 2^{-t/T}) \Rightarrow m_Y = m_0 (1 - 2^{-t/T}) \frac{A_Y}{A_X} \quad (4.33)$$

## VÍ DỤ 4

Chất polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  phóng xạ alpha ( $\alpha$ ) và chuyển thành chì  $^{206}_{82}\text{Pb}$  với chu kỳ bán rã là 138,4 ngày. Khối lượng ban đầu của Po là 50 g.

- Sau 100 ngày (kể từ thời điểm ban đầu) thì tỉ số của số hạt nhân Pb và Po bằng bao nhiêu?
- Sau bao lâu khối lượng hạt nhân Po gấp 4 lần khối lượng hạt nhân Pb?

## Lời giải.

Phương trình phản ứng:  $^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow {}_2^4\alpha + {}_{82}^{206}\text{Pb}$ .

- Sau 100 ngày (kể từ thời điểm ban đầu) thì tỉ số của số hạt nhân Pb và Po là

$$\frac{N_{\text{Pb}}}{N_{\text{Po}}} = 2^{t/T} - 1 = 2^{\frac{100}{138,4}} - 1 \approx 0,6524.$$

- Ta có:

$$\frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Po}}} = \frac{A_{\text{Pb}}}{A_{\text{Po}}} (2^{t/T-1}) \Leftrightarrow \frac{1}{4} = \frac{206}{210} (2^{\frac{t}{138,4}} - 1) \Rightarrow t = 45,1977 \text{ ngày.}$$

## VÍ DỤ 5

Hạt nhân uranium  $^{238}_{92}\text{U}$  sau một chuỗi phân rã, biến đổi thành hạt nhân chì  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Trong quá trình đó, chu kỳ bán rã của  $^{238}_{92}\text{U}$  biến đổi thành hạt nhân chì là  $4,47 \cdot 10^9$  năm. Một khối đá được phát hiện có chứa  $1,188 \cdot 10^{20}$  hạt nhân  $^{238}_{92}\text{U}$  và  $6,239 \cdot 10^{18}$  hạt nhân  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Giả sử khối đá lúc mới hình thành không chứa hạt nhân chì và tất cả lượng hạt nhân chì có mặt trong đó đều là sản phẩm phân rã của  $^{238}_{92}\text{U}$ . Tuổi của khối đá khi được phát hiện là bao nhiêu?

## Lời giải.

Số hạt chì tạo thành bằng số hạt uranium đã phóng xạ:  $N_{\text{Pb}} = \Delta N_{\text{U}}$ .

Theo đề bài, ta có:

$$\begin{aligned} \frac{N_{\text{Pb}}}{N_{\text{U}}} &= \frac{\Delta N_{\text{U}}}{N_{\text{U}}} = \frac{N_0 (1 - 2^{-t/T})}{N_0 \cdot 2^{-t/T}} = 2^{t/T} - 1 = \frac{6,239 \cdot 10^{18}}{1,188 \cdot 10^{20}} = 0,0525. \\ \Rightarrow 2^{t/T} &= 1,0525 \Rightarrow t = 3,3 \cdot 10^8 \text{ năm.} \end{aligned}$$

Vậy tuổi của khối đá khi được phát hiện là  $3,3 \cdot 10^8$  năm.

DẠNG  
4

**Định nghĩa được độ phóng xạ, hằng số phóng xạ và vận dụng được mối liên hệ  $H = \lambda N$**

### ✓ VÍ DỤ 6

Một mẫu chất phóng xạ  $\beta^+$  là  $^{15}_8\text{O}$  có độ phóng xạ là  $2,80 \cdot 10^7$  Bq. Biết rằng hằng số phóng xạ của  $^{15}_8\text{O}$  là  $5,67 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ .

- Xác định số hạt nhân chất phóng xạ có trong mẫu khi đó.
- Xác định số hạt positron mẫu chất phát ra trong khoảng thời gian 1,00 ms. Coi gần đúng rằng độ phóng xạ của mẫu không thay đổi trong khoảng thời gian rất ngắn này.

#### 💬 Lời giải.

- Số hạt nhân chất phóng xạ có trong mẫu khi đó:

$$N_0 = \frac{H_0}{\lambda} = \frac{2,80 \cdot 10^7 \text{ Bq}}{5,67 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}} \approx 49,38 \cdot 10^8 \text{ hạt.}$$

- Trong quá trình phóng xạ trên diễn ra, mỗi hạt nhân bị phóng xạ sẽ phát ra một hạt positron. Do đó, số hạt positron mẫu chất phát ra bằng số hạt nhân  $^{15}_8\text{O}$  phân rã:

$$N_{\beta^+} = \Delta N = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) = 49,38 \cdot 10^8 \cdot \left[ 1 - e^{-(5,67 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}) \cdot (1,00 \cdot 10^{-3} \text{ s})} \right] \approx 27998 \text{ hạt.}$$

### ✓ VÍ DỤ 7

Nhờ một máy đếm xung người ta có được thông tin sau về 1 chất phóng xạ. Ban đầu, trong thời gian 1 phút có 360 nguyên tử của chất phóng xạ, nhưng 2 giờ sau (kể từ thời điểm ban đầu) thì trong 1 phút chỉ có 90 nguyên tử phóng xạ. Tìm chu kỳ bán rã của chất phóng xạ này.

#### 💬 Lời giải.

Độ phóng xạ ban đầu:  $H_0 = \frac{360}{60} = 6 \text{ Bq}$ .

Độ phóng xạ sau 2 giờ:  $H = \frac{90}{60 \cdot 2} = 1,5 \text{ Bq}$ .

Từ  $H = H_0 2^{-\frac{t}{T}} \Leftrightarrow 1,5 = 6 \cdot 2^{-\frac{2}{T}} \Rightarrow T = 1 \text{ h.}$

### ✓ VÍ DỤ 8

Một mẫu ban đầu chứa đồng vị  $^{60}\text{Co}$  nguyên chất, là chất phóng xạ  $\gamma$  với chu kỳ bán rã 5,27 năm được sử dụng trong điều trị ung thư. Khi mẫu này được sử dụng lần đầu thì thời gian cho một liều chiếu xạ là 15 phút. Hỏi sau 2 năm, nếu vẫn sử dụng mẫu chất này thì thời gian cho một liều chiếu xạ là bao nhiêu? Coi như lượng hạt  $\gamma$  cho một liều chiếu xạ trong cả hai lần là như nhau.

#### 💬 Lời giải.

Độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu:

$$H_0 = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0}$$



với  $\Delta N_0$  là số hạt đã phân rã trong thời gian  $\Delta t_0$ .

Độ phóng xạ tại thời điểm  $t$ :

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

với  $\Delta N$  là số hat đã phân rã trong thời gian  $\Delta t$ .

$$\text{Tù } H = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0} \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Do liều chiếu xạ ở cả 2 lần là như nhau:  $\Delta N_0 = \Delta N \Rightarrow \Delta t = \Delta t_0 \cdot 2^{\frac{t}{T}} = (15 \text{ min}) \cdot 2^{\frac{2 \text{ năm}}{5,27 \text{ năm}}} \approx 19,5 \text{ min.}$

## C. BÀI TẬP

## 1 Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

**Câu 1.** Chỉ ra phát biểu **sai** khi nói về hiện tượng phóng xạ.

- A** Hiện tượng phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.
  - B** **Hiện tượng phóng xạ chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố bên ngoài như nhiệt độ, áp suất, ...**
  - C** Có 3 loại phóng xạ là phóng xạ  $\alpha$ ,  $\beta$  và  $\gamma$ ; trong đó phóng xạ  $\beta$  được chia làm hai loại là phóng xạ  $\beta^-$  và phóng xạ  $\beta^+$ .
  - D** Do tia  $\gamma$  có bản chất là sóng điện từ nên phóng xạ  $\gamma$  không đi kèm với việc biến đổi hạt nhân mẹ thành hạt nhân khác.



Chọn đáp án (B) .....

**Câu 2.** Trong các định luật bảo toàn sau:

- (1) Bảo toàn động lượng.
  - (2) Bảo toàn số khối.
  - (3) Bảo toàn khối lượng.
  - (4) Bảo toàn năng lượng toàn phần.
  - (5) Bảo toàn số proton.

Hiện tượng phóng xạ tuân theo bao nhiêu định luật bảo toàn?

- (A)** 2.      **(B)** 3.      **(C)** 4.      **(D)** 5.



Chọn (1); (2); (4).

Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 3.** Tìm phát biểu sai.

- A** Hạt  $\beta^-$  là hạt electron.

**B** Tia  $\beta^-$  có khả năng ion hoá môi trường.

**C** Trong điện trường giữa hai bản tụ điện, tia  $\beta^-$  bị lệch về phía bản mang điện dương của tụ điện.

**D** Tia  $\beta^-$  có tầm bay ngắn hơn tia  $\alpha$ .



Chọn đáp án **D** .....

**Câu 4.** Tìm phát biểu **sai**.

- (A) Tia  $\beta^+$  có tầm bay xa hơn tia  $\alpha$ .
- (B) Hạt  $\beta^+$  có cùng khối lượng với electron nhưng mang điện tích nguyên tố dương.
- (C) Tia  $\beta^+$  cũng làm ion hóa môi trường nhưng yếu hơn tia  $\alpha$ .
- (D) Tia  $\beta^+$  bị lệch về phía bǎn mang điện dương của tụ điện khi đi qua điện trường giữa hai bǎn tụ điện.**

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 5.** Công thức nào dưới đây **đúng** với nội dung của định luật phóng xạ?

- (A)  $m = m_0 e^{\lambda t}$ .
- (B)  $m = m_0 e^{-\lambda t}$ .**
- (C)  $m = m_0 e^{-\frac{\lambda}{t}}$ .
- (D)  $m = m_0 e^{-\frac{1}{T}}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 6.** Trong một mẫu chất phóng xạ, tại thời điểm ban đầu ( $t = 0$ ), mẫu chất có  $N_0$  hạt nhân. Biết hằng số phóng xạ và chu kì bán rã của chất phóng xạ này lần lượt là  $\lambda$  và  $T$ . Sau đó một khoảng thời gian  $\Delta t$ , số lượng hạt nhân còn lại trong mẫu chất đó được xác định bằng biểu thức nào sau đây?

- (A)  $N_t = N_0 e^{\lambda \Delta t}$ .
- (B)  $N_t = N_0 2^{\frac{\Delta t}{T}}$ .
- (C)  $N_t = N_0 e^{-2\Delta t}$ .**
- (D)  $N_t = N_0 2^{-\Delta t}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 7.** Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về độ phóng xạ?

- (A) Độ phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ.
- (B) Đơn vị đo độ phóng xạ là becquerel.
- (C) Với mỗi lượng chất phóng xạ xác định thì độ phóng xạ tỉ lệ với số nguyên tử của lượng chất đó.
- (D) Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ phụ thuộc nhiệt độ của lượng chất đó.**

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 8.** Trong các phát biểu sau khi nói về hiện tượng phóng xạ, có bao nhiêu phát biểu **đúng**?

- (1) Chu kì bán rã là thời gian để một nửa số hạt nhân ban đầu bị phân rã.
- (2) Mối quan hệ giữa chu kì bán rã và hằng số phóng xạ là  $\lambda = T \cdot \ln 2$ .
- (3) Trong hiện tượng phóng xạ, tia  $\gamma$  thường sẽ phát kèm theo các tia  $\alpha$  và  $\beta$ .
- (4) Độ phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ.
- (5) Trong hiện tượng phóng xạ, độ phóng xạ tăng dần theo thời gian với quy luật hàm số mũ.

- (A) 1.

- (B) 2.

- (C) 3.**

- (D) 4.

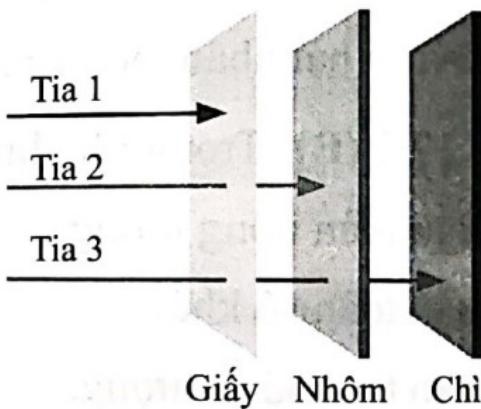
**Lời giải.**

Chọn phát biểu: 1; 3 và 4.

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 9.** Chiếu 3 chùm tia thu được từ quá trình phóng xạ hạt nhân lần lượt qua tấm giấy, nhôm và chì như hình bên. Các tia 1, tia 2, tia 3 theo thứ lần lượt là



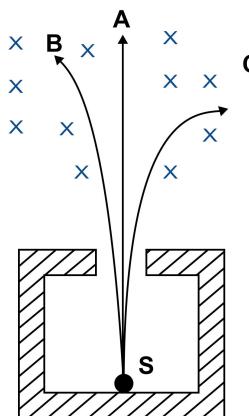


- (A) tia  $\beta$ , tia  $\alpha$ , tia  $\gamma$ .      (B) tia  $\alpha$ , tia  $\beta$ , tia  $\gamma$ .      (C) tia  $\beta$ , tia  $\gamma$ , tia  $\alpha$ .      (D) tia  $\gamma$ , tia  $\alpha$ , tia  $\beta$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 10.** Bắn chùm tia phóng xạ qua không gian có từ trường đều như hình vẽ. Chùm tia A là



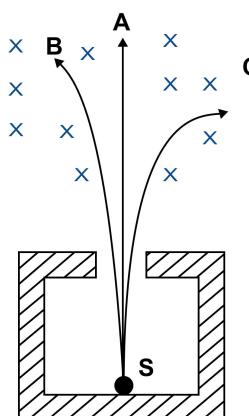
- (A) tia  $\gamma$ .      (B) tia  $\alpha$ .      (C) tia  $\beta^+$ .      (D) tia  $\beta^-$ .

**Lời giải.**

Chùm gamma không mang điện tích nên không bị lệch phương trong từ trường.

Chọn đáp án (A) .....

**Câu 11.** Bắn chùm tia phóng xạ qua không gian có từ trường đều như hình vẽ. Chùm tia C là



- (A) tia  $\gamma$ .      (B) tia  $\alpha$ .      (C) tia  $\beta^+$ .      (D) tia  $\beta^-$ .

**Lời giải.**

Chùm tia  $\beta^-$  mang là chùm  $e^-$  mang điện tích âm, áp dụng quy tắc bàn tay trái, lực từ tác dụng lên  $e^-$  làm nó lệch hướng cùng chiều quay của kim đồng hồ.

Chọn đáp án **(D)** ..... □

**Câu 12.** Chùm tia  $\alpha$  và  $\beta^-$  được bắn ra với cùng động năng phi tương đối tính. Tỉ số giữa mỗi hạt trong 2 chùm tia là

**A**  $\frac{v_\beta}{v_\alpha} = 85,73.$

**B**  $\frac{v_\beta}{v_\alpha} = 2.$

**C**  $\frac{v_\beta}{v_\alpha} = 60,6.$

**D**  $\frac{v_\beta}{v_\alpha} = 4.$

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} K_\alpha = K_\beta &\Leftrightarrow \frac{1}{2}m_\alpha v_\alpha^2 = \frac{1}{2}m_\beta v_\beta^2 \\ \Rightarrow \frac{v_\beta}{v_\alpha} &= \sqrt{\frac{m_\alpha}{m_\beta}} = \sqrt{\frac{4m_p}{m_e}} \approx 85,7. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(A)** ..... □

**Câu 13.** Hình bên dưới là mặt đồng hồ của máy bay thế chiến II phát sáng trong bóng tối, vì chúng được sơn bằng sơn phát quang pha radium (có chu kỳ bán rã 1602 năm). Mặc dù mặt đồng hồ sơn radium có thể nhìn thấy dễ dàng cả ngày lẫn đêm, nhưng chúng phát ra radon, một loại khí phóng xạ nguy hiểm và không thể cảm nhận trực tiếp.



Hình 4.5: Mặt đồng hồ trong máy bay được sơn bằng sơn phát quang có pha radium.

Nếu độ phóng xạ ban đầu của radium khi mới được sơn là  $10^5$  Bq thì độ phóng xạ còn lại sau 57 năm kể từ khi sản xuất là

**A** 96 504,5 Bq.

**B** 2436,1 Bq.

**C** 97 563,9 Bq.

**D** 3495,5 Bq.

**Lời giải.**

Độ phóng xạ còn lại:

$$H = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = (10^5 \text{ Bq}) \cdot 2^{-\frac{57}{1602}} \approx 97 563,9 \text{ Bq.}$$

Chọn đáp án **(C)** ..... □

**Câu 14.** Hiện nay đồng vị phóng xạ  $^{18}_9F$  được sử dụng rộng rãi trong việc chẩn đoán các bệnh ung thư nhờ vào công nghệ chụp cắt lớp bằng phát xạ positron (Positron Emission Tomography - PET). Giả sử rằng một bệnh nhân được tiêm một lượng chất phóng xạ  $^{18}_9F$  với độ phóng xạ là 350 Bq trước khi quá trình chụp ảnh diễn ra. Hỏi sau bao lâu kể từ thời điểm tiêm thì độ phóng xạ trong cơ thể bệnh nhân giảm còn 25 Bq? Biết rằng chu kỳ bán rã của  $^{18}_9F$  là 110 ngày.

**A** 378,92 ngày.

**B** 427,93 ngày.

**C** 418,81 ngày.

**D** 125,46 ngày.

**Lời giải.**

Khoảng thời gian cần tìm là:

$$H_t = H_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow 25 = 350 \cdot 2^{-\frac{t}{110}} \Rightarrow t \approx 418,81 \text{ ngày.}$$

Chọn đáp án **C** .....

**Câu 15.** Một mẫu phóng xạ có chu kỳ bán rã là 3 ngày. Sau 9 ngày, khối lượng của mẫu phóng xạ này còn lại là 2 kg. Khối lượng ban đầu của mẫu là bao nhiêu?

- A** 15 kg.      **B** 16 kg.      **C** 17 kg.      **D** 14 kg.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B** .....

**Câu 16.**  $^{210}_{84}\text{Po}$  là một đồng vị phóng xạ có chu kỳ bán rã là 138,4 ngày. Xét một mẫu chất đang chứa  $N_0$  hạt nhân  $^{210}_{84}\text{Po}$  (tại thời điểm ban đầu). Sau bao lâu kể từ thời điểm ban đầu thì tỉ số giữa số hạt nhân  $^{210}_{84}\text{Po}$  đã phân rã thành hạt nhân khác và số hạt nhân  $^{210}_{84}\text{Po}$  còn lại bằng 7?

- A** 415,2 ngày.      **B** 387,5 ngày.      **C** 34,6 ngày.      **D** 968,8 ngày.

**Lời giải.**

Khoảng thời gian cần tìm là:

$$\frac{\Delta N_t}{N_t} = \frac{N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)}{N_0 2^{-\frac{t}{T}}} = 2^{\frac{t}{T}} - 1 = 7 \Rightarrow t = 3T = 3 \cdot 138,4 = 415,2 \text{ ngày.}$$

Chọn đáp án **A** .....

**Câu 17.** Chu kỳ bán rã của một mẫu phóng xạ là 6 giờ. Lúc đầu mẫu có khối lượng  $2,4 \cdot 10^{-2}$  kg. Hỏi sau một ngày đêm, khối lượng của mẫu còn lại bao nhiêu?

- A**  $3 \cdot 10^{-3}$  kg.      **B**  $1,5 \cdot 10^{-3}$  kg.      **C**  $2,5 \cdot 10^{-3}$  kg.      **D**  $2 \cdot 10^{-3}$  kg.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B** .....

**Câu 18.** Sau 3 giờ phóng xạ, số hạt nhân của một mẫu đồng vị phóng xạ chỉ còn 25% số hạt nhân ban đầu. Chu kỳ bán rã của đồng vị này là

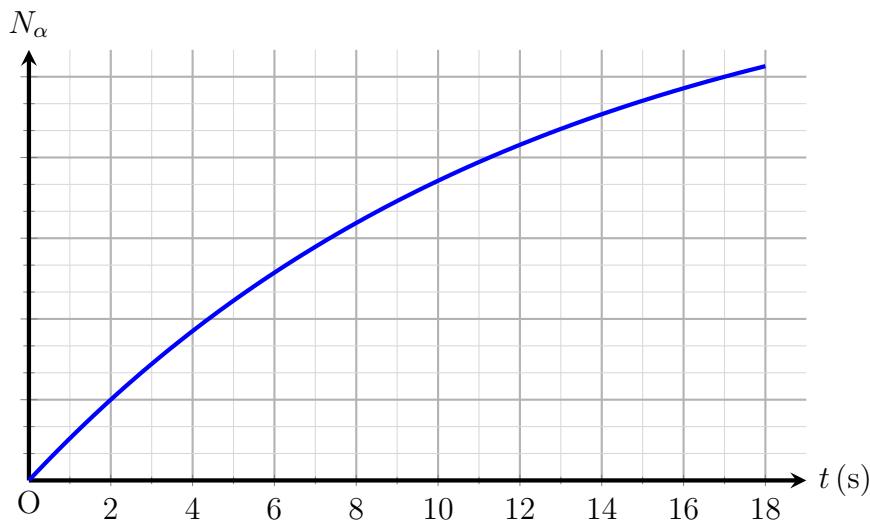
- A** 1 giờ.      **B** 2 giờ.      **C** 2,5 giờ.      **D** 1,5 giờ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **D** .....

**Câu 19.** Một mẫu chất phóng xạ X phân rã theo thời gian và phát ra các hạt  $\alpha$ . Số lượng các hạt  $\alpha$  này được ghi nhận bởi một máy thu (ống Geiger-Muller) và được biểu diễn theo thời gian  $t$  như đồ thị ở hình bên.





Hằng số phóng xạ của chất phóng xạ là

- A**  $0,081 \text{ s}^{-1}$ .      **B**  $0,173 \text{ s}^{-1}$ .      **C**  $0,231 \text{ s}^{-1}$ .      **D**  $0,058 \text{ s}^{-1}$ .

… Lời giải.

$$N_\alpha = N_0 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) \Rightarrow \begin{cases} 3 = N_0 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{2}{T}}\right) \\ 15 = N_0 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{17}{T}}\right) \end{cases} \Rightarrow \frac{3}{15} = \frac{1 - 2^{-\frac{2}{T}}}{1 - 2^{-\frac{17}{T}}} \Rightarrow T \approx 8,56 \text{ s}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{8,56} \approx 0,081 \text{ s}^{-1}.$$

Chọn đáp án **(A)** ..... □

**Câu 20.** Nguồn polonium ( $^{210}\text{Po}$ ) được sử dụng trong phòng thí nghiệm vật lý có độ phóng xạ  $1,0 \mu\text{Ci}$  vào ngày chuẩn bị mẫu. Sau 120 ngày, một sinh viên vào phòng thí nghiệm đo độ phóng xạ của nguồn bằng máy đếm Geiger và thu được 1500 lần đếm mỗi phút. Biết chu kỳ bán rã của polonium là 138 ngày. Trong thí nghiệm trên, máy đã ghi nhận được bao nhiêu phần trăm phân rã do nguồn phát ra?

- A** 12,3 %.      **B** 0,74 %.      **C** 7,4 %.      **D** 0,123 %.

… Lời giải.

Độ phóng xạ còn lại sau 120 ngày:

$$H = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = (10^{-6} \text{ Ci}) \cdot (3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq/Ci}) \cdot 2^{-\frac{120}{138}} = 20250,5 \text{ Bq}.$$

Số phân rã trong 1 phút sau 120 ngày:

$$\Delta N = H \Delta t = (20250,5 \text{ Bq}) \cdot (60 \text{ s}) = 1215032 \text{ phân rã.}$$

Tỉ lệ phân rã được máy ghi nhận:

$$\frac{\Delta N'}{\Delta N} \cdot 100 \% = \frac{1500}{1215032} \cdot 100 \% \approx 0,123 \%.$$

Chọn đáp án **(D)** ..... □

**Câu 21.** Trong khảo cổ học để đánh giá tuổi của các vật liệu hữu cơ như gỗ và da, người ta thường sử dụng kỹ thuật xác định tuổi bằng carbon phóng xạ. Cơ sở của kỹ thuật này là mật độ nguyên tử  $^{14}\text{C}$  trong khí quyển gần như không đổi và có giá trị bằng  $1,3$  nguyên tử  $^{14}\text{C}$  trong mỗi  $10^{12}$  nguyên tử



carbon bao gồm tất cả các đồng vị. Tuy nhiên, khi một cơ thể sống chết đi,  $^{14}\text{C}$  không còn được cung cấp nữa và bắt đầu giảm đi phóng xạ  $\beta$  với thời gian bán rã 5730 năm:



Giả sử có 50 g carbon từ một mảnh gỗ tìm được trong một ngôi mộ tiền sử. Biết khối lượng nguyên tử trung bình của carbon là  $2 \cdot 10^{-26}$  kg. Người ta không thể đếm trực tiếp số nguyên tử  $^{14}\text{C}$  được nhưng có thể đếm được tổng số 935 electron phát xạ từ mảnh gỗ trên trong 10 phút. Tuổi của ngôi mộ là

- (A) 19359 năm.      (B) 17190 năm.      (C) 13223 năm.      (D) 15021 năm.

**Lời giải.**

Số nguyên tử  $^{14}\text{C}$  ban đầu trong mảnh gỗ:

$$N_0 = \frac{m}{m_0} \cdot \frac{1,3}{10^{12}} = 3,25 \cdot 10^{12}.$$

Dộ phóng xạ của mẫu gỗ ở thời điểm phát hiện:

$$H = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda N_0 e^{-\lambda T}$$

Tuổi của mẫu vật:

$$\begin{aligned} t &= -\frac{1}{\lambda} \cdot \ln \left( \frac{1}{\lambda N_0} \cdot \frac{\Delta N}{\Delta t} \right) = -\frac{T}{\ln 2} \cdot \ln \left( \frac{T}{N_0 \ln 2} \cdot \frac{\Delta N}{\Delta t} \right) \\ \Rightarrow t &= -\frac{(5730 \text{ năm})}{\ln 2} \cdot \ln \left( \frac{5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \text{ min}}{3,25 \cdot 10^{12} \cdot \ln 2} \cdot \frac{935}{10 \text{ min}} \right) \approx 17190 \text{ năm.} \end{aligned}$$

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 22.** Tỉ lệ uranium hiện tại trong tự nhiên là 0,72 %  $^{235}\text{U}$  và 99,27 %  $^{238}\text{U}$ . Tỉ lệ phần trăm của  $^{235}\text{U}$  trong tự nhiên sẽ là bao nhiêu nếu ở thời điểm Trái Đất được hình thành (cách nay 4,5 tỉ năm)? Biết rằng chu kỳ bán rã của  $^{235}\text{U}$  là 704 triệu năm và của  $^{238}\text{U}$  là 4,47 tỉ năm.

- (A) 26,73 %.      (B) 23,26 %.      (C) 99,98 %.      (D) 98,56 %.

**Lời giải.**

Gọi  $a$  là tỉ lệ phần trăm  $^{235}\text{U}$  ban đầu trong tự nhiên và  $N_0$  là tổng số hạt uranium khi Trái Đất mới hình thành.

Đồng vị	Ban đầu	Hiện tại
$^{235}\text{U}$	$a \cdot N_0$	$a \cdot N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{235}}}$
$^{238}\text{U}$	$(1-a) \cdot N_0$	$(1-a) \cdot N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{238}}}$

Ta có:

$$\begin{aligned} \%^{235}\text{U} &= \frac{N_{235\text{U}}}{N_{235\text{U}} + N_{238\text{U}}} = \frac{a \cdot 2^{-\frac{t}{T_{235}}}}{a \cdot 2^{-\frac{t}{T_{235}}} + (1-a) \cdot 2^{-\frac{t}{T_{238}}}} \\ \Leftrightarrow 0,72 \% &= \frac{a \cdot 2^{-\frac{4,5}{704 \cdot 10^{-3}}}}{a \cdot 2^{-\frac{4,5}{704 \cdot 10^{-3}}} + (1-a) \cdot 2^{-\frac{4,5}{4,47}}} \Rightarrow a = 23,26 \%. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (B) .....

## 2 Trắc nghiệm đúng/sai

**Câu 1.** Nhận định các phát biểu sau:

Phát biểu	D	S
a) Phân rã phóng xạ cần có kích thích để xảy ra.		X
b) Tia phóng xạ là tia không nhìn thấy được, nhưng có các tính chất như: ion hóa, gây ra các hiệu ứng quang điện, phát xạ thứ cấp, làm đen kính ảnh, xuyên thấu lớp vật chất mỏng, phá hủy tế bào, kích thích một số phản ứng hóa học, ....	(X)	
c) Tia phóng xạ $\gamma$ là chùm hạt mang điện dương và có khả năng đâm xuyên rất lớn.		X
d) Nguyên tắc an toàn khi làm việc với nguồn phóng xạ: giữ khoảng cách đủ xa đối với nguồn phóng xạ, cần sử dụng các tấm chắn nguồn phóng xạ đủ tốt và cần giảm thiểu thời gian phơi nhiễm phóng xạ.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c sai | d đúng] .....

**Câu 2.**  $^{238}_{92}\text{U}$  là một đồng vị phóng xạ có hằng số phóng xạ bằng  $4,916 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ . Biết rằng sau một khoảng thời gian nào đó,  $^{238}_{92}\text{U}$  xảy ra phóng xạ  $\alpha$  và biến đổi thành hạt nhân con X. Trong mỗi phát biếu sau, em hãy chọn đúng hoặc sai.

Phát biểu	D	S
a) Quá trình phóng xạ của $^{238}_{92}\text{U}$ là một phản ứng hạt nhân toả năng lượng.	(X)	
b) Hạt nhân con X được tạo thành từ quá trình phóng xạ trên là $^{234}_{92}\text{U}$ .		X
c) Chu kỳ bán rã của $^{238}_{92}\text{U}$ là $1,41 \cdot 10^{17} \text{ s}$ (làm tròn đến 2 chữ số thập phân sau dấu phẩy).	(X)	
d) Xét một mẫu chất tại thời điểm ban đầu chứa 0,1 g đồng vị phóng xạ $^{238}_{92}\text{U}$ . Sau 100 triệu năm (xem như mỗi năm có 365 ngày), khối lượng $^{238}_{92}\text{U}$ còn lại trong mẫu chất đó khoảng 0,089 g.		X

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d sai] .....

**Câu 3.** Máy chiếu xạ sử dụng nguồn phóng xạ  $\beta^-$  cobalt  $^{60}_{27}\text{Co}$  với chu kỳ bán rã 5,27 năm để điều trị ung thư. Nguồn phóng xạ trong máy sẽ cần được thay mới nếu như độ phóng xạ của nó giảm còn bằng 50% độ phóng xạ ban đầu. Các phát biếu dưới đây là đúng hay sai?

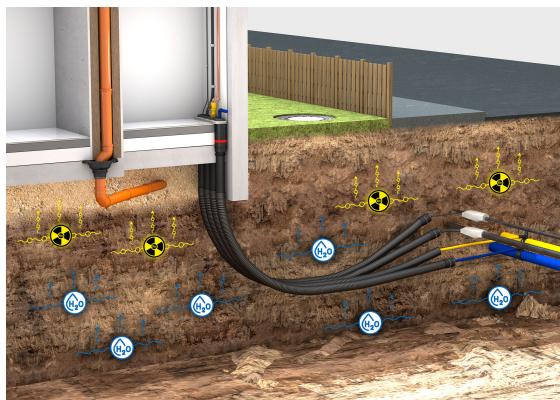
Phát biểu	D	S
a) Sản phẩm phân rã của cobalt $^{60}_{27}\text{Co}$ là nickel $^{61}_{28}\text{Ni}$ .		X
b) Hằng số phóng xạ của cobalt $^{60}_{27}\text{Co}$ là $0,132 \text{ s}^{-1}$ .		X
c) Nguồn phóng xạ của máy cần được thay thế sau mỗi 5,27 năm.	(X)	
d) Tại thời điểm thay nguồn phóng xạ, số hạt nhân $^{60}_{27}\text{Co}$ còn lại trong nguồn bằng 50% số hạt nhân $^{60}_{27}\text{Co}$ ban đầu.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c đúng | d đúng] .....



**Câu 4.** Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) là khí phóng xạ không màu, không mùi, có chu kỳ bán rã 3,8 ngày. Radon được tạo thành do sự phân rã của uranium, radium, ... trong đất và đá. Do sự chênh lệch áp suất, radon dễ dàng đi vào trong nhà thông qua các vết nứt, sàn nhà.



Hình 4.6: Radon theo các vết nứt trên sàn vào trong nhà.

Radon là chất gây ung thư phổi chỉ sau thuốc lá. Khi được hít vào phổi, radon tích tụ trong phổi và phóng xạ alpha gây tổn thương các mô phổi. Do đó, Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA) khuyến cáo rằng bất kỳ nhà hoặc văn phòng nào đo trên mức 4,0 pCi/L cần phải được khắc phục ngay lập tức.

Phát biểu	Đ	S
a) Nếu áp suất trong nhà cao hơn áp suất trong đất, radon dễ dàng vào trong nhà hơn.		X
b) Phương trình phân rã của radon là $^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow ^{218}_{84}\text{Po} + ^4_2\text{He}$ .	(X)	
c) Ở các nước ôn đới, chu kỳ bán rã của radon dài hơn do nhiệt độ thấp.		X
d) Với mức khuyên cáo của EPA (4,0 pCi/L), một căn nhà kích thước $5\text{ m} \times 10\text{ m} \times 4\text{ m}$ sẽ có khoảng 14 tỉ nguyên tử radon trong không khí.	(X)	

#### 💬 Lời giải.

- a) Sai. Nếu áp suất trong nhà thấp hơn áp suất trong đất, radon dễ dàng vào nhà hơn.
- b) Đúng. Phương trình thoả bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích.
- c) Sai. Quá trình phóng xạ không phụ thuộc điều kiện bên ngoài.
- d) Đúng. Với độ phóng xạ  $h = 4,0 \text{ pCi/L}$  thì khối lượng radon trong căn phòng là

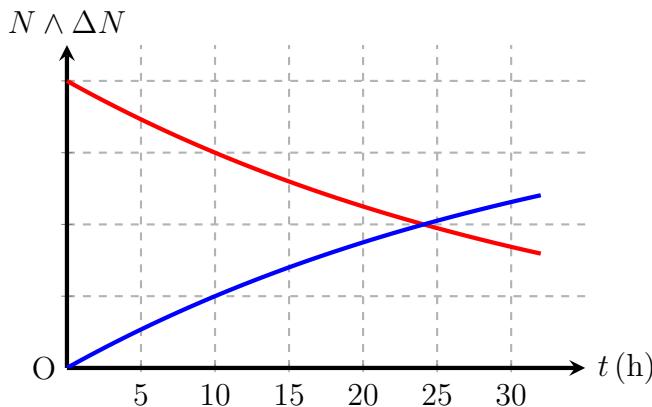
$$N = \frac{H}{\lambda} = \frac{hV}{\lambda}$$

$$\Rightarrow N = \frac{(4,0 \cdot 10^{-9} \text{ Ci/m}^3) \cdot (3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq/Ci}) \cdot (200 \text{ m}^3)}{\ln 2}$$

$$\qquad\qquad\qquad \frac{}{3,8 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \approx 14 \cdot 10^9 \text{ hạt.}$$

Chọn đáp án  a sai  b đúng  c sai  d đúng ..... □

**Câu 5.** Hình bên biểu diễn sự phụ thuộc của số hạt còn lại và số hạt đã bị phân rã theo thời gian  $t$  của một mẫu chất phóng xạ.



Phát biểu	Đ	S
a) Tại thời điểm 10 h, số hạt bị phân rã gấp 3 lần số hạt còn lại.		X
b) Chu kì bán rã của mẫu chất là 25 h.		X
c) Tại thời điểm 30 h, số hạt nhân phóng xạ đã giảm 2,37 lần so với ban đầu.	(X)	
d) Nếu tăng áp suất trong phóng, quá trình phóng xạ của mẫu chất sẽ diễn ra nhanh hơn.		X

**Lời giải.**

a) Sai. Tại thời điểm 10 h, số hạt còn lại gấp 3 lần số hạt bị phân rã.

b) Sai. Chu kì bán rã của mẫu chất là  $T \approx 24,09$  h.

Tại thời điểm  $t = 10$  h thì  $N = \frac{3}{4}N_0$  nên:

$$2^{-\frac{10}{T}} = \frac{3}{4} \Rightarrow T \approx 24,09 \text{ h.}$$

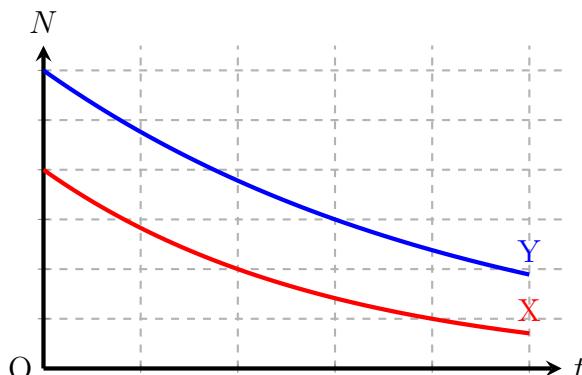
c) Đúng. Tại thời điểm  $t = 30$  h thì số hạt còn lại

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{30}{24,09}}} \approx \frac{N_0}{2,37}.$$

d) Sai. Quá trình phóng xạ không phụ thuộc điều kiện bên ngoài.

Chọn đáp án  a sai  b sai  c đúng  d sai ..... □

**Câu 6.** Hai mẫu chất phóng xạ X và Y với chu kì bán rã có đồ thị biểu diễn số hạt phụ thuộc theo thời gian như hình bên. Nhận định các phát biểu sau đây:



Phát biểu	D	S
a) Chu kì bán rã của mẫu Y lớn hơn chu kì bán rã của mẫu X.	(X)	
b) Ban đầu, độ phóng xạ của hai mẫu chất bằng nhau.	(X)	
c) Tại thời điểm $t = 1,75T_X$ (với $T_X$ là chu kì bán rã của mẫu X), hai mẫu chất có số hạt bằng nhau.		X
d) Hằng số phóng xạ của mẫu X gấp 1,5 lần hằng số phóng xạ của mẫu Y.	(X)	

**Lời giải.**

- a) Đúng.  $T_Y = 1,5T_X$ .
- b) Đúng. Từ đó có  $N_{0Y} = 1,5N_{0X}$  nên

$$\frac{H_{0X}}{H_{0Y}} = \frac{N_{0X}}{N_{0Y}} \cdot \frac{T_Y}{T_X} = 1,5 \cdot \frac{1}{1,5} = 1.$$

- c) Sai. Hai mẫu không thể đạt trạng thái có số hạt bằng nhau.
- d) Đúng.  $\frac{\lambda_X}{\lambda_Y} = \frac{T_Y}{T_X} = 1,5$ .

Chọn đáp án  a đúng  b đúng  c sai  d đúng ..... □

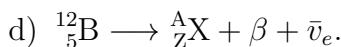
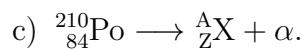
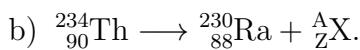
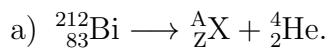
**3 | Tự luận**

**Câu 1.** Cho một mẫu chất đang chứa  $N_0$  hạt nhân với chu kỳ bán rã  $T$  vào thời điểm ban đầu ( $t_0 = 0$ ). Tính số hạt nhân đã phóng xạ tại thời điểm  $t = 2T$ .

**Lời giải.**

$$\Delta N = N_0 - N_t = N_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) = \frac{3}{4}N_0.$$

**Câu 2.** Xác định giá trị của số khồi  $A$  và số hiệu nguyên tử  $Z$  trong các phương trình phóng xạ sau:

**Lời giải.**

- a)  $A = 208; Z = 81$ .
- b)  $A = 4; Z = 2$ .
- c)  $A = 206; Z = 82$ .
- d)  $A = 12; Z = 6$ .

**Câu 3.** Trên thực tế, nếu một hạt nhân không bền phóng xạ tạo thành hạt nhân mới. Hạt nhân mới cũng không bền tiếp tục phân rã nhiều lần đến khi tạo thành một hạt nhân bền thì quá trình này sẽ dừng lại. Tập hợp các hạt nhân từ hạt nhân không bền đầu tiên đến hạt nhân bền cuối cùng được gọi là một họ phóng xạ. Xét sự phóng xạ của họ phóng xạ thorium (bắt đầu với  $^{232}_{90}\text{Th}$  và kết thúc tại  $^{208}_{82}\text{Pb}$ ) với phương trình phóng xạ thu gọn như sau:



Hãy xác định giá trị của  $x$  và  $y$ .

**Lời giải.**

Dựa trên định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số nucleon, ta lập được hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} 232 = 208 + 4y \\ 90 = 82 - x + 2y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 6 \\ x = 4 \end{cases}.$$

**Câu 4.** Một mẫu than bùn khi được đem lên từ vùng đầm lầy cổ có chứa 980 µg đồng vị phóng xạ  $^{14}_{6}\text{C}$ . Biết rằng chu kì bán rã của  $^{14}_{6}\text{C}$  là 5730 năm. Hãy xác định:

- a) khối lượng  $^{14}_{6}\text{C}$  chứa trong mẫu than bùn này sau 2000 năm.
- b) thời điểm tại đó khối lượng  $^{14}_{6}\text{C}$  trong mẫu than bùn này còn lại 100 g.

**Lời giải.**

- a) Khối lượng  $^{14}_{6}\text{C}$  chứa trong mẫu than bùn sau 2000 năm là:

$$m_t = m_0 2^{-\frac{t}{T}} = 980 \cdot 2^{-\frac{2000}{5730}} \approx 769,4 \mu\text{g}.$$

- b) Thời điểm mà khối lượng  $^{14}_{6}\text{C}$  trong mẫu than bùn này còn lại 100 µg là:

$$m_t = m_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow t = -T \log_2 \left( \frac{m_t}{m_0} \right) = -5730 \cdot \log_2 \left( \frac{100}{980} \right) \approx 18867,64 \text{ năm.}$$

**Câu 5.** Đồng vị phóng xạ chromium  $^{51}_{24}\text{Cr}$  được sử dụng trong phương pháp nguyên tử đánh dấu của y học hạt nhân khi chẩn đoán các bệnh về thận và huyết học. Chu kì bán rã của chromium  $^{51}_{24}\text{Cr}$  là 27,7 ngày. Mẫu chromium  $^{51}_{24}\text{Cr}$  nguyên chất với độ phóng xạ  $23,9 \cdot 10^{11}$  Bq có khối lượng bao nhiêu mg ((kết quả làm tròn đến chữ số hàng phần trăm))?

**Lời giải.**

0,70 mg

**Câu 6.** Trong việc điều trị bệnh ung thư bằng phương pháp xạ trị hiện nay, người ta thường sử dụng máy gia tốc hạt trong việc tạo ra các hạt mang năng lượng cao để bắn phá các tế bào ung thư. Tuy nhiên, trước khi máy gia tốc hạt ra đời thì việc điều trị ung thư trong các bệnh viện trước đây lại sử dụng một nguồn phát ra tia gamma như đồng vị phóng xạ  $^{67}_{27}\text{Co}$  (có chu kì bán rã là 5,27 năm, mỗi năm xem như có 365 ngày). Các tia gamma phát ra từ quá trình phóng xạ của  $^{67}_{27}\text{Co}$  được sử dụng để tiêu diệt tế bào ung thư. Hãy tính số lượng hạt nhân  $^{60}_{27}\text{Co}$  chứa trong một nguồn phóng xạ có hoạt độ phóng xạ là 5800 ci tại bệnh viện.

**Lời giải.**

Số lượng hạt nhân  $^{60}_{27}\text{Co}$  chứa trong nguồn phóng xạ tại thời điểm đang xét là:

$$H_t = \lambda N_t = \frac{\ln 2}{T} N_t$$

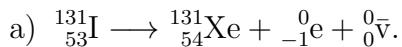
$$\Rightarrow N_t = \frac{T}{\ln 2} H_t = \frac{5,27 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{\ln 2} \cdot (5800 \cdot 3,7 \cdot 10^{10}) \approx 5,15 \cdot 10^{22} \text{ hạt}$$



**Câu 7.** Để điều trị ung thư tuyến giáp, một bệnh nhân đã nhận một liều được chất phóng xạ chứa 25 mg  $^{131}_{53}\text{I}$ . Biết rằng  $^{131}_{53}\text{I}$  là chất phóng xạ  $\beta^-$  có chu kỳ bán rã là 8,02 ngày.

- Viết phương trình phóng xạ của  $^{131}_{53}\text{I}$ .
- Tính độ phóng xạ của liều thuốc tại thời điểm bệnh nhân sử dụng.
- Tính độ phóng xạ của liều thuốc sau khi sử dụng 7,00 ngày.
- Tính số hạt  $\beta^-$  phát ra từ liều thuốc trong 7,00 ngày đó.

 **Lời giải.**



b)  $H_0 = 1,15 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$ .

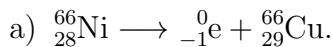
c)  $H = 6,28 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$ .

d)  $\Delta N = 5,21 \cdot 10^{19} \text{ electron}$ .

**Câu 8.** Xét đồng vị không bền của nickel là  $^{66}_{28}\text{Ni}$  phát ra tia phóng xạ  $\beta$  và biến thành hạt nhân con  $^{66}_{29}\text{Cu}$ . Biết rằng khối lượng của các hạt nhân trên lần lượt là  $m_{\text{Ni}} = 65,9291 \text{ amu}$  và  $m_{\text{Cu}} = 65,9289 \text{ amu}$ ; năng lượng toả ra của quá trình phóng xạ được xác định bởi biểu thức  $\Delta E = (m_1 - m_2)c^2$  với  $m_1$  và  $m_2$  lần lượt là tổng khối lượng của các hạt trước và sau phản ứng.

- Viết phương trình phân rã của  $^{66}_{28}\text{Ni}$ .
- Tính năng lượng toả ra của quá trình phóng xạ nói trên.

 **Lời giải.**



b) Vì khối lượng của electron là không đáng kể nên năng lượng toả ra của quá trình phóng xạ là:

$$\Delta E = (m_{\text{Ni}} - m_{\text{Cu}})c^2 = (65,9291 - 65,9289) \cdot 931,5 = 0,1863 \text{ MeV}.$$

**Câu 9.** Một trong những ứng dụng rộng rãi của hiện tượng phóng xạ là xác định niên đại của cổ vật bằng phương pháp  $^{14}\text{C}$ . Trường hợp xác định niên đại nổi tiếng bằng phương pháp  $^{14}\text{C}$  là sự kiện liên quan đến tấm vảiliệm Turin (một tấm vải dài được cho là dùng để tắm liệm Chúa Jesus). Thánh vật này lần đầu tiên được trưng bày ở Turin vào năm 1354 và cũng đã gây nên sự tranh luận về tính xác thực của nó. Cho đến năm 1988, ba phòng thí nghiệm độc lập đã tiến hành lấy mẫu và xét nghiệm tấm vải bằng phương pháp định tuổi bằng  $^{14}\text{C}$ . Kết quả cho thấy rằng lượng  $^{14}\text{C}$  còn lại là 92% so với mô sống.



Biết rằng,  $^{14}\text{C}$  có chu kỳ bán rã 5730 năm. Xác định tuổi của tấm vải cho đến thời điểm xét nghiệm (kết quả làm tròn đến 3 chữ số có nghĩa).

\* *Dữ kiện bài toán chỉ mang tính chất tham khảo, không liên quan đến mục đích tôn giáo.*

**Lời giải.**

92%  $^{14}\text{C}$  được tìm thấy còn lại trong tấm vải so với mô sống có nghĩa rằng  $N = 0,92N_0$ .  
Mà

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$\Leftrightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = 0,92$$

$$\Rightarrow t = -T \log_2 0,92 \approx 689 \text{ năm.}$$

**Câu 10.** Trong một mẫu đá được các nhà du hành mang về Trái Đất từ Mặt Trăng, các nhà khoa học phát hiện có 75% potassium  $^{40}\text{K}$  ban đầu đã biến thành argon  $^{40}\text{Ar}$ . Biết rằng, khi được hình thành, mẫu đá không chứa argon; toàn bộ argon được tạo ra có nguồn gốc từ potassium và không hề bị thoát vào môi trường. Cho chu kỳ bán rã của  $^{40}\text{K}$  là  $1,25 \cdot 10^9$  năm.

- a) Xác định tuổi của mẫu đá đó.  
b) Sau bao nhiêu lâu nữa thì lượng potassium  $^{40}\text{K}$  còn lại bằng 6,25% lượng potassium  $^{40}\text{K}$  ban đầu?

**Lời giải.**

- a) Niên đại của mẫu đá là cách đây 2,50 tỉ năm.  
b) Sau  $2,50 \cdot 10^9$  năm, kể từ hiện tại, lượng potassium  $^{40}\text{K}$  còn lại trong mẫu đá bằng 6,25% lượng ban đầu.

**Câu 11.** Một trong những nguồn cung cấp năng lượng được sử dụng cho các máy phát nhiệt điện đồng vị phóng xạ (Radioisotope Thermoelectric Generator-RTG) hiện nay là  $^{210}\text{Po}$  bởi nguồn năng lượng lớn mà quá trình phân rã  $\alpha$  của hạt nhân này mang lại. Biết rằng chu kỳ bán rã của  $^{210}\text{Po}$  là 138 ngày và hạt nhân con của quá trình phóng xạ là  $^{206}\text{Pb}$ . Nếu tại thời điểm  $t = 0$  có một mẫu polonium nguyên chất bắt đầu phân rã thì tại thời điểm  $t_1$ , tỉ số giữa số hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  tạo thành và số hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  còn lại bằng 15. Tại thời điểm  $t_2 = t_1 + 966$  ngày thì tỉ số này sẽ bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Tại thời điểm  $t_1$ , ta có:  $\frac{N_{\text{Pb}}}{N_{\text{Po}}} = \frac{1-2^{-\frac{t_1}{T}}}{2^{-\frac{t_1}{T}}} = 2^{\frac{t_1}{T}} - 1 = 15 \Rightarrow 2^{\frac{t_1}{T}} = 16$ .

Tại thời điểm  $t_2 = t_1 + 966$ , ta có:  $\frac{N'_{\text{Pb}}}{N'_{\text{Po}}} = 2^{\frac{t_2}{T}} - 1 = 2^{\frac{t_1+966}{138}} - 1 = 2^{\frac{t_1}{T}} \cdot 2^{\frac{966}{138}} - 1 = 2047$ .

**Câu 12.** Hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  phóng xạ  $\alpha$  tạo thành hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  bền. Ban đầu, có một mẫu trong đó chứa cả hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  và hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$ . Biết hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  sinh ra được giữ lại hoàn toàn trong mẫu. Tại thời điểm  $t_1$ , tỉ số giữa số hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  và số hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  còn lại trong mẫu là 1. Tại thời điểm  $t_2 = 3,52t_1$ , tỉ số giữa số hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  và số hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  còn lại trong mẫu là 7. Tỉ số giữa số hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  và số hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  ban đầu là bao nhiêu?

**Lời giải.**

Gọi số hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  và số hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  tại thời điểm ban đầu là  $N_{0\text{Po}}$  và  $N_{0\text{Pb}}$ . Sau thời gian  $t$ , số hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  còn lại là:  $N = N_{0\text{Po}} 2^{-\frac{t}{T}}$ .

Số hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  mới được tạo thành bằng số hạt nhân  $^{210}\text{Po}$  đã mất đi:

$$\Delta N = N_{0\text{Po}} \left( 1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right)$$



Tại thời điểm  $t_1$ , tỉ số giữa số hạt nhân  $^{206}_{82}\text{Pb}$  và số hạt nhân  $^{210}_{84}\text{Po}$  là:

$$\begin{aligned} \frac{N_{0\text{Pb}} + \Delta N_1}{N_1} &= \frac{N_{0\text{Pb}} + N_{0\text{Po}} \left(1 - 2^{-\frac{t_1}{T}}\right)}{N_{0\text{Po}} 2^{-\frac{t_1}{T}}} = 1 \\ \Rightarrow \frac{N_{0\text{Pb}}}{N_{0\text{Po}}} 2^{\frac{t_1}{T}} + 2^{\frac{t_1}{T}} - 1 &= 1 \Rightarrow \left(\frac{N_{0\text{Pb}}}{N_{0\text{Po}}} + 1\right) 2^{\frac{t_1}{T}} = 1 \end{aligned} \quad (4.34)$$

Tại thời điểm  $t_2$ , tỉ số giữa số hạt nhân  $^{206}_{82}\text{Pb}$  và số hạt nhân  $^{210}_{84}\text{Po}$  là:

$$\begin{aligned} \frac{N_{0\text{Pb}} + \Delta N_2}{N_2} &= \frac{N_{0\text{Pb}} + N_{0\text{Po}} \left(1 - 2^{-\frac{t_2}{T}}\right)}{N_{0\text{Po}} 2^{-\frac{t_2}{T}}} = 7 \\ \Rightarrow \frac{N_{0\text{Pb}}}{N_{0\text{Po}}} 2^{\frac{t_2}{T}} + 2^{\frac{t_2}{T}} - 1 &= 7 \Rightarrow \left(\frac{N_{0\text{Pb}}}{N_{0\text{Po}}} + 1\right) 2^{\frac{t_2}{T}} = 7 \end{aligned} \quad (4.35)$$

Chia (4.34) và (4.35) theo từng vế:

$$\frac{2^{\frac{t_2}{T}}}{2^{\frac{t_1}{T}}} = 4 \Rightarrow 2^{\frac{t_2-t_1}{T}} = 4 \Rightarrow \frac{t_1}{T} = \frac{50}{63}.$$

Thay vào (4.34) ta tìm được tỉ số:  $\frac{N_{0\text{Pb}}}{N_{0\text{Po}}} = 0,154$ .

**Câu 13.** Trong vật lí hạt nhân, máy đo bức xạ (máy đếm/ống đếm) Geiger-Muller được sử dụng rộng rãi trong việc đo số lượng hạt  $\alpha, \beta$  bằng cách ứng dụng khả năng ion hoá của các tia bức xạ này. Số tín hiệu máy đếm được tỉ lệ thuận với số lượng hạt nhân bị phân rã. Xét hai máy đếm Geiger - Muller giống nhau lần lượt được chiếu xạ bởi hai mẫu chất phóng xạ  $^{210}_{84}\text{Po}$  và  $^{131}_{53}\text{I}$  (mỗi hạt nhân khi phân rã chỉ phát ra một tia phóng xạ). Biết rằng các mẫu chất phóng xạ được đặt ở cùng một khoảng cách so với các máy đếm tại 2 phòng khác nhau. Nếu khối lượng của từng mẫu phóng xạ tại thời điểm ban đầu đều là 1g thì trong vòng 1 ngày đêm đầu tiên, máy nào đếm được nhiều tín hiệu hơn? Lấy khối lượng của các hạt nhân gần bằng số khối của chúng; chu kì bán rã của  $^{210}_{84}\text{Po}$  và  $^{131}_{53}\text{I}$  lần lượt là 138,40 ngày và 8,02 ngày; số Avogadro  $N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

#### Lời giải.

Số lượng hạt nhân  $^{210}_{84}\text{Po}$  phân rã là:

$$\Delta N_{\text{Po}} = N_{0(\text{Po})} \left(1 - 2^{-t/T_{\text{Po}}}\right) = \frac{m_{0(\text{Po})}}{A_{\text{Po}}} \cdot N_A \left(1 - 2^{-t/T_{\text{Po}}}\right) = \frac{1}{210} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot \left(1 - 2^{-1/138,4}\right) \approx 1,43 \cdot 10^{19} \text{ hạt}.$$

Số lượng hạt nhân  $^{131}_{53}\text{I}$  phân rã là:

$$\begin{aligned} \Delta N_{\text{I}} &= N_{0(\text{I})} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T_{\text{I}}}}\right) = \frac{m_{0(\text{I})}}{A_{\text{I}}} \cdot N_A \left(1 - 2^{-\frac{t}{T_{\text{I}}}}\right) \\ &= \frac{1}{131} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{8,02}}\right) \approx 3,81 \cdot 10^{20} \text{ hạt}. \end{aligned}$$

Vậy máy đo bức xạ ứng với mẫu chất chứa  $^{131}_{53}\text{I}$  đếm được nhiều tín hiệu hơn.

**Câu 14.** Một toà nhà vô tình bị nhiễm chất phóng xạ. Trong đó, chất phóng xạ tồn tại lâu nhất là strontium-90 ( $^{90}_{38}\text{Sr}$ ), có khối lượng nguyên tử là 89,9077 u và chu kì bán rã 29 năm. Nếu ban đầu trong toà nhà có chứa 5 kg chất này và độ an toàn phóng xạ là 10,0 phân rã/min thì sau bao lâu toà nhà sẽ trở nên an toàn (kết quả tính theo đơn vị năm và chỉ lấy phần nguyên)?

#### Lời giải.

$$H = \lambda N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{m}{M} \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Thời gian để toà nhà an toàn:

$$\begin{aligned} t &= -T \cdot \log_2 \frac{HTM}{m \ln 2} = \\ &= -(29 \text{ năm}) \log_2 \frac{(10/60 \text{ phân rã/s}) \cdot (29 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}) \cdot (89,9077 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg})}{(5 \text{ kg}) \ln 2} \\ &= 1655 \text{ năm.} \end{aligned}$$

**Câu 15.** Các nhà khoa học đã xác định được độ phóng xạ của 1g mẫu carbon trong cơ thể sinh vật sống là 0,231 Bq. Biết rằng, trong số các đồng vị của carbon có trong mẫu, chỉ có  $^{14}_6\text{C}$  là đồng vị phóng xạ với chu kỳ bán rã là 5730 năm.

- a) Xác định số nguyên tử  $^{14}_6\text{C}$  có trong 1g mẫu carbon đó.
- b) Vào ngày 19/9/1991, trong khi đang tìm đường vượt qua dãy Oetztal Alps, hai nhà leo núi người Đức đã phát hiện thấy xác ướp người cổ được bảo quản hầu như nguyên vẹn trong băng tuyết tại Hauslabjoch, khu vực giữa biên giới Áo và Italia. Xác ướp đó được đặt tên là người băng Otzi. Tại thời điểm này, các nhà khoa học đã đo được độ phóng xạ của 1g mẫu carbon trong cơ thể người băng Otzi là 0,121 Bq. Xác định niên đại của người băng đó.

 **Lời giải.**

a)  $N_0 = 6,02 \cdot 10^{10}$  nguyên tử.

b)  $t = 5,35 \cdot 10^3$  năm.

**Câu 16.** Sự cố hạt nhân diễn ra vào ngày 25 tháng 4 năm 1986 tại nhà máy điện hạt nhân Chernobyl ở Pripyat, Cộng hòa Xã hội chủ nghĩa Xô viết Ukraine được coi là thảm họa hạt nhân tồi tệ nhất trong lịch sử. Do không có tường chắn, lượng lớn phóng xạ từ nhà máy lan rộng ra nhiều vùng phía tây Liên bang Xô viết, Đông Âu và Tây Âu, Scandinavia, Anh quốc, và đông Hoa Kỳ. Người ta ước tính rằng thảm họa Chernobyl đã giải phóng khoảng 6,0 MCi  $^{137}\text{Cs}$  vào môi trường. Em hãy xác định khối lượng  $^{137}\text{Cs}$  bị giải phóng (kết quả tính theo đơn vị kilogram và làm tròn đến 1 chữ số thập phân). Biết rằng  $^{137}\text{Cs}$  có chu kỳ bán rã 30,2 năm. Cho:

- ✓  $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq};$
- ✓  $1 \text{ năm} \approx 3,16 \cdot 10^7 \text{ s};$
- ✓ số Avogadro  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$



Nhà máy điện hạt nhân Chernobyl vài tuần sau thảm họa



Người phụ nữ cầm con lợn bị dị tật do ảnh hưởng từ bụi phóng xạ.

 **Lời giải.**

Từ công thức tính độ phóng xạ:

$$H = \lambda N = \frac{\ln 2}{T} \cdot N$$

Suy ra, số hạt nhân  $^{137}\text{Cs}$  bị giải phóng ra môi trường khi đó:

$$N = \frac{H \cdot T}{\ln 2}$$

Khối lượng  $^{137}\text{Cs}$  đã giải phóng vào môi trường:

$$\begin{aligned} m &= \frac{N}{N_A} \cdot M = \frac{1}{\ln 2} \cdot \frac{H \cdot T \cdot M}{N_A} \\ &= \frac{(6,0 \cdot 10^6 \text{ Ci}) \cdot (3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq/Ci}) \cdot (30,2 \text{ năm}) \cdot (3,16 \cdot 10^7 \text{ s/năm}) \cdot (137 \text{ g/mol})}{\ln 2 \cdot (6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1})} \approx 69,53 \cdot 10^3 \text{ g} = 69,53 \text{ kg}. \end{aligned}$$

**Câu 17.** Sau tai nạn hạt nhân xảy ra ở lò phản ứng hạt nhân Chernobyl năm 1986, độ phóng xạ trong sữa ở Ba Lan tăng lên 2000 Bq/L do iodine-131, với chu kỳ bán rã 8,04 ngày. Iodine phóng xạ rất nguy hiểm vì tuyến giáp là nơi tích tụ nhiều iodine. Sau sự cố Chernobyl, bệnh ung thư tuyến giáp ở trẻ em Belarus tăng lên đáng kể. Bình thường, trong 1 lít sữa vẫn có chứa 2,00 g potassium với khoảng 0,0117% potassium phóng xạ  $^{40}\text{K}$  có chu kỳ bán rã  $1,28 \cdot 10^9$  năm. Sau bao lâu thì độ phóng xạ do iodine gây ra giảm dưới mức phóng xạ của  $^{40}\text{K}$ ? Kết quả tính theo đơn vị năm và làm tròn đến 1 chữ số thập phân.

 **Lời giải.**

Độ phóng xạ của  $^{40}\text{K}$  trong sữa bình thường:

$$H = \lambda_K \cdot \frac{m_{^{40}\text{K}}}{M_{^{40}\text{K}}} \cdot N_A = \frac{\ln 2}{(1,28 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s})} \cdot \frac{(0,0117\%) \cdot 2 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} \cdot (6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = 60,49 \text{ Bq}.$$

Thời gian để độ phóng xạ iodine giảm dưới mức phóng xạ của  $^{40}\text{K}$  trong sữa bình thường:

$$H = H_0 2^{-\frac{t}{T_I}} \Rightarrow t = -T_I \cdot \log_2 \left( \frac{H}{H_0} \right) \approx 40,6 \text{ năm.}$$

**Câu 18.** Để xác định lượng máu trong bệnh nhân, người ta tiêm vào máu một người một lượng nhỏ dung dịch chứa đồng vị phóng xạ  $^{24}\text{Na}$  (chu kỳ bán rã 15 giờ) có độ phóng xạ 2 puci. Sau 7,5 giờ người ta lấy ra 1 cm<sup>3</sup> máu người đó thì thấy có độ phóng xạ 502 phân rã/phút. Tính thể tích máu của người đó.

 **Lời giải.**

Đổi  $H_0 = 2 \mu\text{ci} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} = 7,4 \cdot 10^4 \text{ Bq}$ ;  $H = 502V \text{ phân rã/phút}$  ( $V$  là thể tích của máu: cm<sup>3</sup>)

$$\begin{aligned} H &= H_0 2^{-\frac{t}{T_I}} = H_0 2^{-0,5} \Rightarrow \frac{H}{H_0} = 2^{-0,5} = \frac{8,37V}{7,4 \cdot 10^4} \Rightarrow 8,37V = 7,4 \cdot 10^4 \cdot 2^{-0,5} \\ &\Rightarrow V = \frac{7,4 \cdot 10^4 \cdot 2^{-0,5}}{8,37} = 6251,6 \text{ cm}^3 = 6,25 \text{ dm}^3 = 6,25 \text{ L}. \end{aligned}$$

**Câu 19.** Hiện nay, một trong những phương pháp xác định tuổi của một mẫu vật cổ thông dụng được các nhà địa chất và khảo cổ học sử dụng chính là dựa vào việc đo hoạt độ phóng xạ của đồng vị  $^{14}\text{C}$ . Trong bài tập này, chúng ta sẽ lần lượt nghiên cứu sự hình thành  $^{14}\text{C}$  và ứng dụng của nó thông qua các câu hỏi dưới đây:

- a) Sự tạo thành  $^{14}\text{C}$ : Neutron năng lượng cao trong các tia vũ trụ trước khi đến bề mặt Trái Đất sẽ đi qua bầu khí quyển. Tại đó, chúng phản ứng với các hạt nhân  $^{14}\text{N}$  (theo tỉ lệ 1 : 1) và tạo thành  $^{14}\text{C}$  cùng với hạt nhân X. Viết phương trình phản ứng xảy ra và xác định X.



b) Trong quá trình tiếp theo, cứ một nguyên tử carbon được tạo thành kết hợp với hai nguyên tử oxygen trong bầu khí quyển để tạo thành một phân tử  $\text{CO}_2$ . Các sinh vật trên Trái Đất hấp thụ đồng vị  $^{14}\text{C}$  thông qua quá trình quang hợp, tiêu thụ thức ăn, ... làm cho hàm lượng  $^{14}\text{C}$  duy trì ổn định. Tuy nhiên, khi sinh vật chết đi, vì không còn nguồn cung nữa nên hàm lượng  $^{14}\text{C}$  trong sinh vật đó sẽ giảm xuống do phân rã  $\beta$  với chu kỳ bán rã là 5730 năm.

Em hãy viết phương trình phân rã của  $^{14}\text{C}$ .

c) Xét một mảnh gỗ hoá thạch có khối lượng carbon chứa trong đó là 220 g. Tại thời điểm nghiên cứu, người ta đo được hoạt độ phóng xạ của mảnh gỗ này là 0,52 Bq. Hãy xác định tuổi của mẫu gỗ hoá thạch nói trên. Biết rằng trong gỗ đang sống, tỉ số nguyên tử giữa hai đồng vị  $^{14}\text{C}$  và  $^{12}\text{C}$  (bền) là  $1,3 \cdot 10^{-12}$ . Lấy gần đúng khối lượng của hạt nhân bằng số khối của nó và số Avogadro là  $N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

### Lời giải.

a)  ${}_0^1\text{n} + {}_7^1\text{N} \longrightarrow {}_6^{14}\text{C} + {}_1^1\text{p}$ . Vậy X chính là hạt proton.

b)  ${}_{12}^{14}\text{C} \longrightarrow {}_7^1\text{N} + {}_{-1}^0\text{e} + \bar{\nu}_e$ .

c) Số lượng hạt nhân  ${}_{12}^{14}\text{C}$  trong mảnh gỗ hiện tại là:

$$N_{\text{C}14} = \frac{H}{\lambda} = \frac{T}{\ln 2} H$$

Khối lượng  ${}_{12}^{14}\text{C}$  trong mảnh gỗ hiện tại là:

$$m_{\text{C}14} = \frac{N_{\text{C}14}}{N_A} \cdot A_{\text{C}14} = \frac{T}{\ln 2} \cdot \frac{A_{\text{C}14}}{N_A} \cdot H$$

Số lượng hạt nhân  ${}_{12}^{12}\text{C}$  trong mảnh gỗ hiện tại là:

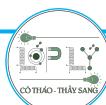
$$N_{\text{C}12} = \frac{m_{\text{C}12}}{A_{\text{C}12}} \cdot N_A = \frac{m - m_{\text{C}14}}{A_{\text{C}12}} \cdot N_A = \frac{m}{A_{\text{C}12}} \cdot N_A - \frac{T}{\ln 2} \cdot \frac{A_{\text{C}14}}{A_{\text{C}12}} \cdot H$$

Vì đồng vị  ${}_{12}^{12}\text{C}$  bền nên số lượng hạt nhân  ${}_{12}^{12}\text{C}$  được xem gần đúng là không đổi. Từ đó ta suy ra số lượng hạt nhân  ${}_{12}^{14}\text{C}$  tại thời điểm ban đầu (lúc khối gỗ còn đang sống) là:

$$N_{0(\text{C}14)} = 1,3 \cdot 10^{-12} \cdot N_{\text{C}12}$$

Độ tuổi của mẫu hoá thạch là:

$$\begin{aligned} N_{\text{C}14} &= N_{0(\text{C}14)} 2^{-\frac{t}{T}} \\ \Rightarrow t &= -T \log_2 \left( \frac{N_{\text{C}14}}{N_{0(\text{C}14)}} \right) = -5730 \cdot \log_2 \left[ \frac{T}{1,3 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{H A_{\text{C}12}}{(m N_A \ln 2 - A_{\text{C}14} H T)} \right] \\ &= -5730 \cdot \log_2 \left[ \frac{5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,52 \cdot 12}{1,3 \cdot 10^{-12} \cdot [220 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot \ln 2 - 14 \cdot 0,52 \cdot (5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600)]} \right] \\ &\approx 38541 \text{ năm.} \end{aligned}$$



## A. CÂU TRẮC NGHIỆM NHIỀU PHƯƠNG ÁN LỰA CHỌN

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 18. Mỗi câu thí sinh chọn một phương án

**Câu 1.** Trong hạt nhân nguyên tử  $^{210}_{84}\text{Po}$  có

- (A) 84 proton và 210 neutron.
- (B) 126 proton và 84 neutron.
- (C) 84 proton và 126 neutron.
- (D) 210 proton và 84 neutron.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 2.** Năng lượng liên kết riêng của một hạt nhân

- (A) có thể âm hoặc dương.
- (B) càng lớn thì hạt nhân càng bền.
- (C) càng nhỏ thì hạt nhân càng bền.
- (D) có thể triệt tiêu, đối với một số hạt nhân đặc biệt.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (B) .....

**Câu 3.** Cho phản ứng hạt nhân:  $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow X + ^{206}_{82}\text{Pb}$ . Hạt X là

- (A)  $^1_1\text{H}$ .
- (B)  $^3_2\text{He}$ .
- (C)  $^4_2\text{He}$ .
- (D)  $^3_1\text{H}$ .

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (C) .....

**Câu 4.** Cho phản ứng hạt nhân:  $^3_1\text{T} + ^2_1\text{D} \rightarrow \alpha + n$ . Biết  $m_{\text{T}} = 3,016\,05\text{ u}$ ;  $m_{\text{D}} = 2,014\,11\text{ u}$ ;  $m_{\alpha} = 4,002\,60\text{ u}$ ;  $m_n = 1,008\,67\text{ u}$ ;  $1\text{ u} = 931\text{ MeV}/c^2$ . Năng lượng tỏa ra khi một hạt  $\alpha$  được hình thành là

- (A) 17,6 MeV.
- (B) 23,4 MeV.
- (C) 11,04 MeV.
- (D) 16,7 MeV.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (A) .....

**Câu 5.** Biết số Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$  và khối lượng của hạt nhân bằng số khối của nó. Số proton có trong  $0,27\text{ g }^{27}_{13}\text{Al}$  là

- (A)  $6,826 \cdot 10^{22}$ .
- (B)  $8,826 \cdot 10^{22}$ .
- (C)  $9,826 \cdot 10^{22}$ .
- (D)  $7,826 \cdot 10^{22}$ .

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 6.** Đại lượng nào sau đây đặc trưng cho mức độ bền vững của hạt nhân?

- (A) Năng lượng nghỉ.
- (B) Độ hụt khối.
- (C) Năng lượng liên kết.
- (D) Năng lượng liên kết riêng.

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (D) .....

**Câu 7.** Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về lực hạt nhân?

- (A) Lực hạt nhân có bản chất là lực điện.
- (B) Lực hạt nhân là lực hút.
- (C) Lực hạt nhân chỉ có tác dụng khi khoảng cách giữa hai nucleon bằng hoặc nhỏ hơn kích thước hạt nhân.
- (D) Lực hạt nhân là loại lực mạnh nhất trong các loại lực đã biết hiện nay.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)** .....

**Câu 8.** Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về hiện tượng phóng xạ?

- (A)** Trong phóng xạ  $\alpha$ , hạt nhân con có số neutron nhỏ hơn số neutron của hạt nhân mẹ.
- (B)** Trong phóng xạ  $\beta^-$ , hạt nhân mẹ và hạt nhân con có số khối bằng nhau, số proton khác nhau.
- (C)** Trong phóng xạ  $\beta$ , có sự bảo toàn điện tích nên số proton được bảo toàn.
- (D)** Trong phóng xạ  $\beta^+$ , hạt nhân mẹ và hạt nhân con có số khối bằng nhau, số neutron khác nhau.

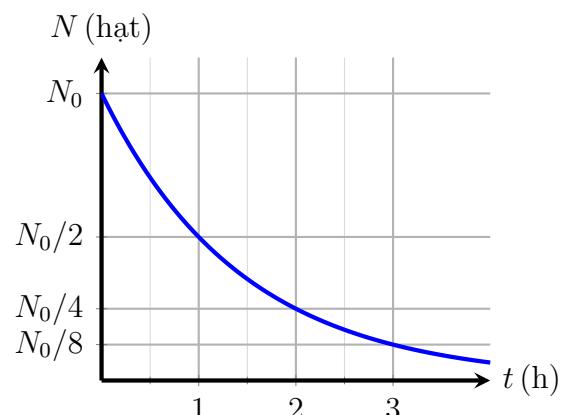
**Lời giải.**

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 9.**

Trong đồ thị ở hình dưới

- (A)**  $N_0$  là số hạt nhân lúc ban đầu ( $t = 0$ ) của khối chất phóng xạ và  $N$  là số hạt nhân của khối chất phóng xạ đã phân rã tính đến thời điểm  $t$ .
- (B)**  $N_0$  là số hạt nhân lúc ban đầu của khối chất phóng xạ và  $N$  là số hạt nhân còn lại của khối chất phóng xạ tính đến thời điểm  $t$ .
- (C)**  $N_0$  là khối lượng ban đầu của khối chất phóng xạ và  $N$  là khối lượng của các hạt nhân đã phân rã của khối chất phóng xạ tính đến thời điểm  $t$ .
- (D)**  $N_0$  là khối lượng ban đầu của khối chất phóng xạ và  $N$  là khối lượng còn lại của khối chất phóng xạ tính đến thời điểm  $t$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(B)** .....

**Câu 10.** Coi hạt nhân nguyên tử như một quả cầu bán kính  $R = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{\frac{1}{3}}$  (m) với  $A$  là số khối. Bán kính của hạt nhân  $^{27}_{13}\text{Al}$  có giá trị bằng

- (A)**  $0,36 \cdot 10^{-12}$  m.
- (B)**  $3,6 \cdot 10^{-12}$  m.
- (C)**  $0,36 \cdot 10^{-15}$  m.
- (D)**  $3,6 \cdot 10^{-15}$  m.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(D)** .....

**Câu 11.** Một chất phóng xạ có chu kỳ bán rã là 3,8 ngày. Sau thời gian 11,4 ngày thì độ phóng xạ của lượng chất phóng xạ còn lại bằng bao nhiêu phần trăm so với độ phóng xạ của lượng chất phóng xạ ban đầu?

- (A)** 25 %.
- (B)** 75 %.
- (C)** 12,5 %.
- (D)** 87,5 %.

**Lời giải.**

$$H = H_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

Chọn đáp án **(C)** .....

**Câu 12.** Một chất phóng xạ mà hạt nhân của nó phát ra một hạt  $\alpha$  rồi biến đổi thành hạt nhân X bền vững. Trong 1 phút đầu tiên có  $n_1$  hạt  $\alpha$  bắn ra và sau đó 24 h thì trong 1 phút có  $n_2 = 0,3294n_1$  hạt  $\alpha$  bắn ra. Chu kỳ bán rã của chất đó xấp xỉ bằng

- (A)** 15 giờ.
- (B)** 138 ngày.
- (C)** 3,8 ngày.
- (D)** 50 giờ.

**Lời giải.**

$$H_2 = H_1 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{H_2}{H_1} = \frac{n_2}{n_1} = 2^{-\frac{t}{T}}$$



$$\Leftrightarrow \log_2 0,3294 = \frac{(24 \text{ h})}{T} \Rightarrow T \approx 15 \text{ h.}$$

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 13.** Cho ba hạt nhân X, Y và Z có số nucleon tương ứng là  $A_X$ ,  $A_Y$ ,  $A_Z$  với  $A_X = 2A_Y = 0,5A_Z$ . Biết năng lượng liên kết của từng hạt nhân tương ứng là  $\Delta E_X$ ,  $\Delta E_Y$ ,  $\Delta E_Z$  với  $\Delta E_Z < \Delta E_X < \Delta E_Y$ . Sắp xếp các hạt nhân này theo thứ tự tính bền vững giảm dần là

- A** X, Y, Z.      **B** Z, X, Y.      **C** Y, X, Z.      **D** Y, Z, X.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C** ..... □

**Câu 14.** Tại một thời điểm, số hạt nhân trong mẫu phóng xạ còn lại bằng 25% so với số hạt nhân ở thời điểm ban đầu ( $t = 0$ ). Sau thời điểm đó 10 s, số hạt nhân chưa bị phân rã còn lại bằng 12,5% so với số hạt nhân ở thời điểm ban đầu ( $t = 0$ ). Chu kỳ bán rã của chất phóng xạ đó là

- A** 10 s.      **B** 20 s.      **C** 25 s.      **D** 12,5 s.

**Lời giải.**

Trong khoảng thời gian 10 s số hạt nhân còn lại giảm từ  $0,25N_0$  xuống còn  $0,125N_0$  (giảm 1 nửa). Nên chu kỳ bán rã của chất phóng xạ trên  $T = 10$  s.

Chọn đáp án **A** ..... □

**Câu 15.** Chất phóng xạ polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  phát ra tia  $\alpha$  và biến đổi thành chì  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Gọi chu kỳ bán rã của polonium là  $T$ . Ban đầu ( $t = 0$ ) có một mẫu nguyên chất. Trong khoảng thời gian từ  $t = 0$  đến  $t = 2T$  có 63 mg polonium trong mẫu bị phân rã. Lấy khối lượng nguyên tử tính theo đơn vị u bằng số khối của hạt nhân nguyên tử đó. Trong khoảng thời gian từ  $t = 2T$  đến  $t = 3T$ , lượng  $^{206}_{82}\text{Pb}$  được tạo thành trong mẫu có khối lượng là

- A** 72,1 mg.      **B** 5,25 mg.      **C** 73,5 mg.      **D** 10,3 mg.

**Lời giải.**

Từ  $t_0 = 0$  đến  $t_1 = 2T$  số hạt Po bị phân rã:

$$\Delta N = \frac{\Delta m}{M} N_A = \frac{63 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{210 \text{ g/mol}} \cdot (6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}).$$

Mà  $\Delta N = N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t_1}{T}}\right) = \frac{3}{4}N_0 \Rightarrow N_0 = 2,4 \cdot 10^{20}$ .

Từ  $t_1 = 2T$  đến  $t_2 = 3T$  thì số hạt Po bị phân rã là

$$\Delta N' = N_0 \left(2^{-\frac{t_1}{T}} - 2^{-\frac{t_2}{T}}\right) = \frac{1}{8}N_0 = 0,3 \cdot 10^{20}$$

Khối lượng chì tạo thành:

$$m_{\text{Pb}} = \frac{\Delta N'}{N_A} \cdot M_{\text{Pb}} \approx 10,26 \text{ mg.}$$

Chọn đáp án **D** ..... □

**Câu 16.** Trong phản ứng tổng hợp helium:  $^7_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow 2^4_2\text{He} + 15,1 \text{ MeV}$ , nếu tổng hợp helium từ 1 g lithium thì năng lượng tỏa ra có thể đun sôi bao nhiêu kg nước có nhiệt độ ban đầu là  $0^\circ\text{C}$ ? Lấy nhiệt dung riêng của nước  $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

- A**  $4,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$ .      **B**  $1,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$ .      **C**  $3,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$ .      **D**  $2,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$ .

**Lời giải.**

Dựa vào phương trình phản ứng ta thấy, 1 hạt Li tổng hợp ra He tỏa năng lượng 15,1 MeV. Trong 1 g Li có  $N = 8,604 \cdot 10^{22}$  hạt nhân.

Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp hết 1 g Li là:

$$\Delta E = 15,1 \cdot 8,604 \cdot 10^{22} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 2,078 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Lượng nước có thể được đun sôi:

$$m = \frac{\Delta E}{c(100 - 0)} \approx 4,95 \cdot 10^5 \text{ kg.}$$

Chọn đáp án **(A)** ..... □

**Câu 17.** Dùng proton có động năng  $K_p = 5,45 \text{ MeV}$  bắn phá hạt nhân  ${}^9\text{Be}$  đứng yên sinh ra hạt  $\alpha$  và X. Giả sử phản ứng không kèm theo bức xạ gamma, cho  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2$ . Biết động năng của hạt  $\alpha$  là  $K_\alpha = 4 \text{ MeV}$ , hướng của proton bay tới và hướng của hạt  $\alpha$  vuông góc với nhau. Xem khối lượng các hạt bằng số khối. Tốc độ của hạt X xấp xỉ bằng

- (A)**  $10,7 \cdot 10^6 \text{ m/s.}$       **(B)**  $2,7 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$       **(C)**  $1,7 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$       **(D)**  $0,1 \cdot 10^6 \text{ m/s.}$

**Lời giải.**

Bảo toàn động lượng:

$$\begin{aligned} \vec{p}_p &= \vec{p}_\alpha + \vec{p}_X \\ \Rightarrow \vec{p}_X &= \vec{p}_p - \vec{p}_\alpha \end{aligned}$$

Vì  $\vec{p}_p \perp \vec{p}_\alpha$  nên:

$$\begin{aligned} p_X^2 &= p_p^2 + p_\alpha^2 \\ \Rightarrow m_X K_X &= m_\alpha K_\alpha + m_p K_p \\ \Rightarrow K_X &= 3,575 \text{ MeV.} \end{aligned}$$

Tốc độ của hạt X xấp xỉ:

$$v_X = \sqrt{\frac{2K_X}{m_X}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (3,575 \text{ MeV})}{6 \cdot (931 \text{ MeV}/c^2)}} = 0,036c \approx 10,7 \cdot 10^6 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **(A)** ..... □

**Câu 18.** Một proton vận tốc  $v$  bắn vào hạt nhân litium ( ${}^7\text{Li}$ ) đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống hệt nhau với vận tốc có độ lớn bằng  $v'$  và cùng hợp với phương tới của proton một góc  $60^\circ$ ,  $m_X$  là khối lượng nghỉ của hạt X. Giá trị của  $v'$  là

- (A)**  $\frac{m_p v}{m_X}.$       **(B)**  $\frac{m_X v \sqrt{3}}{m_p}.$       **(C)**  $\frac{m_X v}{m_p}.$       **(D)**  $\frac{m_p v \sqrt{3}}{m_X}.$

**Lời giải.**

Tam giác vector động lượng được tạo bởi ba cạnh  $\vec{p}_X; \vec{p}_X; \vec{p}_p$  là tam giác đều nên:

$$p_X = p_p \Leftrightarrow m_X v' = m_p v \Rightarrow v' = \frac{m_p v}{m_X}.$$

Chọn đáp án **(A)** ..... □



## B. CÂU TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 4. Trong mỗi ý a), b, c), d) ở mỗi câu, thí sinh chọn đúng hoặc sai

**Câu 1.** Hạt nhân  ${}^7\text{Li}$  có khối lượng 7,0144 u. Cho khối lượng của proton và neutron lần lượt là 1,0073 u và 1,0087 u,  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ .

Phát biểu	D	S
a) Hạt nhân ${}^7\text{Li}$ có 3 proton và 4 nucleon.		X
b) Độ hụt khối của hạt nhân ${}^7\text{Li}$ là $\Delta m = 0,0423 \text{ u}$ .	(X)	
c) Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^7\text{Li}$ là $E_{lk} = 39,4 \text{ MeV}$ .	(X)	
d) Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^7\text{Li}$ là 13,13 MeV/nucleon.		X

### Lời giải.

Chọn đáp án [ a sai | b đúng | c đúng | d sai ] ..... □

**Câu 2.** Cho phản ứng hạt nhân  ${}^{37}\text{Cl} + X \rightarrow {}^{37}\text{Ar} + n$ . Cho  $m_{\text{Cl}} = 36,9566 \text{ u}$ ;  $m_{\text{Ar}} = 36,9569 \text{ u}$ ;  $m_X = 1,0073 \text{ u}$ ;  $m_n = 1,0087 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2$ .

Xét tính đúng/sai của các phát biểu dưới đây:

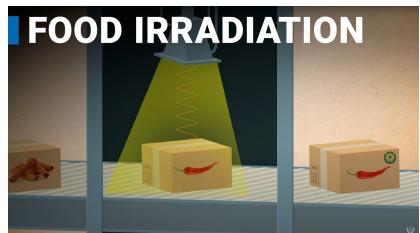
Phát biểu	D	S
a) Hạt nhân X là ${}^1\text{H}$ (hydrogen).	(X)	
b) Phản ứng này là phản ứng tỏa năng lượng.		X
c) Năng lượng tỏa ra của phản ứng là 1,58 MeV.		X
d) Đồng vị Ar trong phản ứng có số khối là 37.	(X)	

### Lời giải.

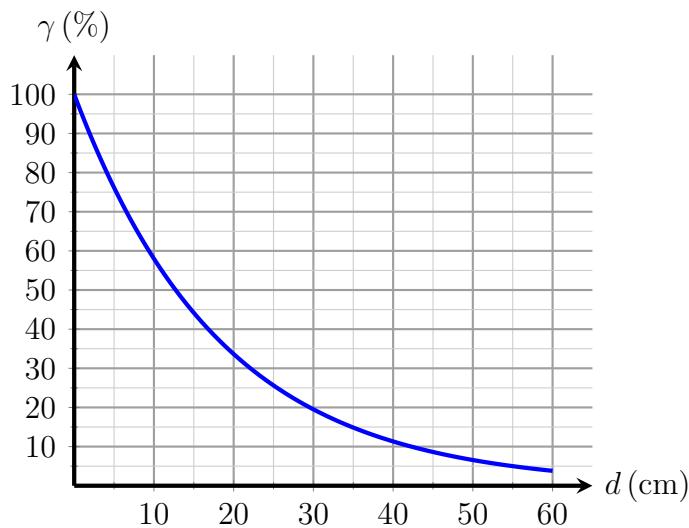
Chọn đáp án [ a đúng | b sai | c sai | d đúng ] ..... □

**Câu 3.**

Chiếu xạ thực phẩm có thể tiêu diệt vi khuẩn và côn trùng làm cho thực phẩm có thời hạn sử dụng lâu hơn. Ví dụ, thời gian sử dụng của dâu tây có thể tăng lên từ 4 ngày thành 20 ngày bằng cách chiếu tia  $\gamma$  vào quả dâu tây sau khi hái. Không chỉ vi khuẩn mà côn trùng và trứng côn trùng cũng bị tiêu diệt khi bị chiếu xạ. Hình bên mô tả các hộp thực phẩm được vận chuyển nhờ băng truyền qua máy chiếu xạ.



Nguồn phóng xạ của máy là cobalt  ${}^{60}\text{Co}$ , phát ra bức xạ  $\beta$  và  $\gamma$ . Cho biết chu kỳ bán rã của  ${}^{60}\text{Co}$  là 5,72 năm. Hình dưới đây là đồ thị tỉ lệ phần trăm cường độ bức xạ  $\gamma$  truyền qua một lớp trái cây có độ dày nhất định.

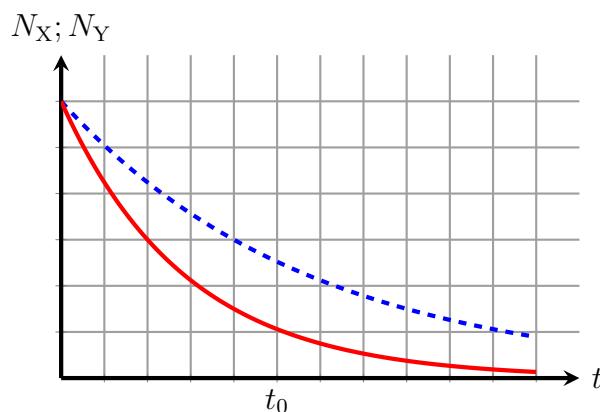


Phát biểu	D	S
a) Phương trình phân rã của $^{60}_{27}\text{Co}$ là: $^{60}_{27}\text{Co} \xrightarrow{\beta^-} {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_1\text{e} + \gamma$ .	X	
b) Bức xạ $\beta$ mà $^{60}_{27}\text{Co}$ phát ra hầu như không góp phần tiêu diệt vi khuẩn và côn trùng trong trái cây.	X	
c) Từ đồ thị trên, xác định được độ dày của trái cây để cường độ bức xạ $\gamma$ giảm 50% là 15 cm.		X
d) Theo thời gian, độ phóng xạ của nguồn $^{60}_{27}\text{Co}$ giảm dần. Nếu nguồn phóng xạ vẫn có thể sử dụng được cho đến khi độ phóng xạ của nó giảm xuống còn 12,5% giá trị ban đầu thì sau 30 năm sẽ phải thay nguồn phóng xạ $^{60}_{27}\text{Co}$ .		X

**Lời giải.**

Chọn đáp án [ a đúng | b đúng | c sai | d sai ] ..... □

**Câu 4.** Hình bên là đồ thị mô tả sự phụ thuộc số hạt của hai mẫu chất phóng xạ X và Y theo thời gian  $t$  ( $N_X$  là đường đứt nét;  $N_Y$  là đường liền nét).



Phát biểu	D	S
a) Chu kỳ bán rã của X lớn hơn chu kỳ bán rã của Y.	X	
b) Tại thời điểm ban đầu, độ phóng xạ của hai mẫu chất bằng nhau.		X

Phát biểu	D	S
c) Tại thời điểm $t_0$ , số hạt Y còn lại xấp xỉ 17,7% số hạt ban đầu.	(X)	
d) Hằng số phóng xạ của X gấp 3 hằng số phóng xạ của Y.		X

**Lời giải.**

- a) Đúng. Chu kì bán rã của X gấp đôi chu kì bán rã của Y.
- b) Sai. Số hạt ban đầu bằng nhau nhưng hằng số phóng xạ khác nhau nên độ phóng xạ ban đầu khác nhau.
- c) Đúng. Coi như chu kì bán rã của Y là  $T_Y = 2$  và  $t_0 = 5 \Rightarrow$  số hạt Y còn lại là  $N_Y = N_0 \cdot 2^{-\frac{5}{2}}$ .
- d) Sai. Hằng số phóng xạ của X bằng một nửa hằng số phóng xạ của Y.

Chọn đáp án a đúng | b sai | c đúng | d sai ..... □

**C. CÂU TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN**

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 6

**Câu 1.** Biết số Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Trong 59,50 g  $^{238}_{92}\text{U}$  có số neutron xấp xỉ là bao nhiêu (*Kết quả tính theo bội số  $10^{25}$  và làm tròn đến 3 CSCN*)?

Dáp án: 2,20

**Lời giải.**

Số neutron trong mỗi hạt nhân  $^{238}_{92}\text{U}$  là  $n = 238 - 92 = 146$ .

Số neutron có trong 59,50 g  $^{238}_{92}\text{U}$ :

$$N = \frac{m}{M} N_A \cdot n = 2,20 \cdot 10^{25}.$$

**Câu 2.** Để tách các hạt nhân  $^4_2\text{He}$  có trong 1 g  $^4_2\text{He}$  thành các proton và neutron tự do thì cần năng lượng bao nhiêu (*tính theo đơn vị  $10^{11} \text{ J}$  và làm tròn đến hàng phần trăm*)? Cho biết  $m_{\text{He}} = 4,0015 \text{ u}$ ;  $m_p = 1,0073 \text{ u}$ ;  $m_n = 1,0087 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  và  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

Dáp án: 6,84

**Lời giải.**

Năng lượng liên kết của He:  $E_{\text{lk}} = 28,41 \text{ MeV}$ .

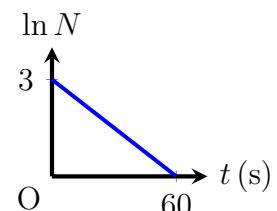
Số hạt He có trong 1 g:  $N = \frac{10^{-3} \text{ g}}{4,0015 \cdot (1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg})} = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ hạt}$ .

Năng lượng cần thiết:

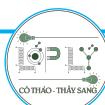
$$E = N \cdot E_{\text{lk}} = 4,28 \cdot 10^{24} \text{ MeV} = 6,84 \cdot 10^{11} \text{ J}.$$

**Câu 3.**

Một mẫu chất phóng xạ nguyên chất có hằng số phóng xạ  $\lambda$ , số hạt ban đầu là  $N_0$ , số hạt tại thời điểm  $t$  là  $N$ . Hình bên mô tả đồ thị của  $\ln N$  theo  $t$ . Xác định độ phóng xạ ban đầu của mẫu chất (*Kết quả tính theo đơn vị  $\text{s}^{-1}$  và làm tròn đến 3 CSCN*).



Dáp án: 1,00



 **Lời giải.**

Từ  $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln N = \ln N_0 - \lambda t$ .

Ta có:

$$\begin{cases} \text{Tại } t = 0 \text{ s; } \ln N = 3 \\ \text{Tại } t = 60 \text{ s; } \ln N = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ln N_0 = 3 \\ \ln N_0 - 60\lambda = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_0 = e^3 \\ \lambda = 0,05 \text{ s}^{-1} \end{cases} .$$

Dộ phóng xạ ban đầu của mẫu chất:

$$H_0 = \lambda N_0 \approx 1,0043 \text{ s}^{-1}.$$

**Câu 4.** Các vụ nổ hạt nhân cũng được sử dụng cho mục đích hòa bình (PNEs). Năm 1966, một vụ nổ hạt nhân đã được kích nổ tại mỏ khí đốt Urtabulak ở miền Nam Uzbekistan để dập tắt đám cháy từ một giếng khí đốt. Người ta khoan 2 lỗ vào lòng đất cách giếng khoảng 35 m với độ sâu 1500 m. Các chất nổ hạt nhân với đương lượng 30 kiloton được đưa vào các lỗ khoan và cho kích nổ. Ngay sau vụ nổ, ngọn lửa đã tắt và cái giếng đã bị bịt kín. Tính khối lượng  $^{235}\text{U}$  trong vụ nổ trên. Nếu năng lượng của vụ nổ trên là do sự phân hạch của  $^{235}\text{U}$  và mỗi phân hạch tỏa năng lượng 200 MeV, biết 1 kiloton là đương lượng nổ với năng lượng tương ứng  $4,186 \cdot 10^{12}$  J. (Kết quả tính theo đơn vị gram và làm tròn đến 4 CSCN).

**Dáp án: 1532**

 **Lời giải.**

Năng lượng của một phân hạch  $^{235}\text{U}$  là:  $\Delta E = 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 3,2 \cdot 10^{-11}$  J.

Năng lượng của vụ nổ:  $E = 30 \cdot 4,186 \cdot 10^{12} = 1,2558 \cdot 10^{14}$  J.

Khối lượng  $^{235}\text{U}$  cần dùng là:

$$m = \frac{E}{\Delta E} \cdot \frac{1}{N_A} \cdot 235 = 1532 \text{ g.}$$

**Câu 5.** Ban đầu ( $t = 0$ ) có một mẫu chất phóng xạ X nguyên chất, ở thời điểm  $t_1$  mẫu chất phóng xạ X còn lại 20% hạt nhân chưa bị phân rã. Đến thời điểm  $t_2 = t_1 + 100$  s, số hạt nhân X chưa bị phân rã chỉ còn 5% so với số hạt nhân ban đầu. Chu kỳ bán rã của X là bao nhiêu giây? **Dáp án: 50**

 **Lời giải.**

Theo đề bài ta có:

$$\begin{cases} N_{t1} = 20\%N_0 \\ N_{t2} = 5\%N_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2^{-\frac{t_1}{T}} = 0,2 \\ 2^{-\frac{t_2}{T}} = 0,05 \end{cases} \Rightarrow 2^{\frac{t_2-t_1}{T}} = 4 \Rightarrow 2^{\frac{100}{T}} = 4 \Rightarrow T = 50 \text{ s.}$$

**Câu 6.** Dùng hạt  $\alpha$  có động năng 5,00 MeV bắn vào hạt nhân  $^{14}\text{N}$  đúng yên gây ra phản ứng:  $^{4}\text{He} + ^{14}\text{N} \rightarrow \text{X} + ^1\text{H}$ . Phản ứng này thu năng lượng 1,21 MeV và không kèm theo bức xạ gamma. Lấy khối lượng các hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của chúng. Khi hạt nhân X bay ra theo hướng lệch với hướng chuyển động của hạt  $\alpha$  một góc lớn nhất thì động năng của hạt X có giá trị là bao nhiêu (Kết quả tính theo đơn vị MeV và làm tròn đến 2 CSCN)? **Dáp án: 0,90**

 **Lời giải.**

Bảo toàn năng lượng toàn phần:

$$\Delta E = K_X + K_H - K_\alpha \Rightarrow K_X + K_H = 3,79 \text{ MeV.}$$

Bảo toàn động lượng:

$$\begin{aligned} \vec{p}_\alpha &= \vec{p}_X + \vec{p}_H \\ \Rightarrow \vec{p}_H &= \vec{p}_\alpha - \vec{p}_X \end{aligned}$$

Bình phương 2 vế phương trình trên ta thu được:

$$\begin{aligned} p_H^2 &= p_\alpha^2 + p_X^2 - 2p_\alpha p_X \cos \beta \\ \Leftrightarrow m_H K_H &= m_\alpha K_\alpha + m_X K_X - 2\sqrt{m_\alpha m_X K_\alpha K_X} \cos \beta \\ \Leftrightarrow 3,79 - K_X &= 20 + 17K_X - 4\sqrt{85} \cdot \sqrt{K_X} \cos \beta \\ \Rightarrow 4\sqrt{85} \cos \beta &= \frac{16,21}{\sqrt{K_X}} + 18\sqrt{K_X} \end{aligned}$$



Áp dụng bất đẳng thức Cauchy:

$$4\sqrt{85} \cos \beta \geq 2\sqrt{16,21 \cdot 18} = 34,16 \Rightarrow \beta \leq 22,12^\circ$$

Dấu "=" của bất đẳng thức xảy ra khi:

$$\frac{16,21}{\sqrt{K_X}} = 18\sqrt{K_X} \Rightarrow K_X = 0,90 \text{ MeV.}$$

