

# MỤC LỤC



## I HỌC KÌ I

1

### Chương 1. VẬT LÝ NHIỆT

2

Bài 1. SỰ CHUYỂN THỂ .....	2
Bài 2. NHIỆT ĐỘ - THANG NHIỆT ĐỘ .....	16
Bài 3. NỘI NĂNG - ĐỊNH LUẬT I NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC .....	25
Bài 4. NHIỆT DUNG RIÊNG .....	35
Bài 5. NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG - NHIỆT HOÁ HƠI RIÊNG .....	47
Bài 6. BÀI TẬP VẬT LÝ NHIỆT .....	61
ÔN TẬP CHƯƠNG I .....	70

### Chương 2. KHÍ LÝ TƯỞNG

75

Bài 1. MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ .....	75
Bài 2. ĐỊNH LUẬT BOYLE .....	81
Bài 3. ĐỊNH LUẬT CHARLES .....	99
Bài 4. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÍ TƯỞNG .....	106
Bài 5. PHƯƠNG TRÌNH CLAPEYRON - MENDELEEV .....	121
Bài 6. BÀI TẬP KHÍ LÍ TƯỞNG .....	134
Bài 7. ÁP SUẤT - ĐỘNG NĂNG CỦA CHẤT KHÍ THEO MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ .....	149
ÔN TẬP CHƯƠNG II .....	165



**PHẦN**

**HỌC KÌ I**



# Chương 1

## VẬT LÝ NHIỆT

### Bài 1

### SỰ CHUYỂN THẾ

A

#### LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

##### 1 Mô hình động học phân tử về cấu tạo chất

Mô hình động học phân tử về cấu tạo chất có những nội dung cơ bản sau:

- Các chất được cấu tạo từ các hạt riêng biệt gọi là phân tử.
- Các phân tử chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Nhiệt độ của vật càng cao thì tốc độ chuyển động của các phân tử cấu tạo nên vật càng lớn.
- Giữa các phân tử có lực hút và đẩy gọi chung là lực liên kết phân tử.

##### 2 Cấu trúc của chất rắn, lỏng, khí

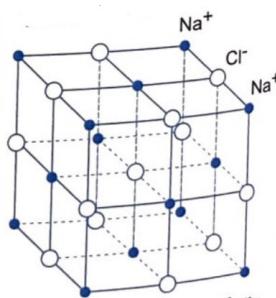
###### 2.1. Phân biệt cấu trúc của chất rắn, lỏng, khí

Đặc điểm	Thể rắn	Thể lỏng	Thể khí
Khoảng cách giữa các phân tử	Rất gần nhau (cỡ kích thước phân tử)	Xa nhau	Rất xa nhau (gấp hàng chục lần kích thước phân tử)
Lực tương tác phân tử	Rất mạnh	Nhỏ hơn trong chất rắn	Rất yếu
Sự sắp xếp của các phân tử	Trật tự	Kém trật tự hơn	Không có trật tự
Chuyển động của các phân tử	Chỉ dao động quanh vị trí cân bằng cố định	Dao động quanh vị trí cân bằng luôn luôn thay đổi	Chuyển động hỗn loạn
Hình dạng	Hình dạng riêng xác định	Có hình dạng của bình chứa	Có hình dạng của bình chứa
Thể tích	Xác định	Xác định	Chiếm toàn bộ thể tích bình chứa

###### 2.2. Chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình

- Chất rắn kết tinh là chất mà các hạt (phân tử, nguyên tử, ion) cấu tạo nên nó ở thể rắn, liên kết với nhau một cách chặt chẽ, sắp xếp theo một trật tự hình học xác định tạo thành các mạng tinh thể.

**Ví dụ:** muối ăn, thạch anh, kim cương, nước đá, ...



Hình 1.1: Cấu trúc tinh thể muối ăn

❖ **Chất rắn vô định hình** là chất ở thể rắn mà các hạt tạo nên nó không tạo thành mạng tinh thể.

**Ví dụ:** thuỷ tinh, nhựa đường, sôcôla, ...

### 3 Sự chuyển thể

Khi các điều kiện như nhiệt độ, áp suất thay đổi, chất có thể chuyển từ thể này sang thể khác.

- ❖ Quá trình chuyển từ thể rắn sang thể lỏng của các chất được gọi là *sự nóng chảy*. Quá trình ngược lại gọi là *sự đông đặc*.
- ❖ Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) của các chất được gọi là *sự hoá hơi*. Quá trình chuyển ngược lại gọi là *sự ngưng tụ*.
- ❖ Trong một số điều kiện, chất rắn có thể chuyển sang thể khí (hơi). Quá trình này gọi là *sự thăng hoa*. Quá trình ngược lại gọi là *sự ngưng kết*.

**Ví dụ:** Sự thăng hoa dễ dàng của băng phiến ở nhiệt độ thường. Sự ngưng kết của hơi nước trong không khí tạo thành sương muối.

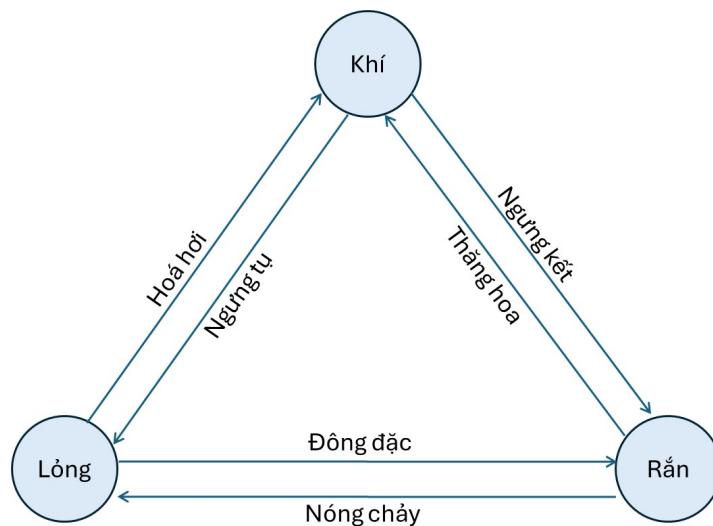


a)



b)

Hình 1.2: a) Đá khô thăng hoa; b) Sương muối



Hình 1.3: Sơ đồ các hình thức chuyển thể

### 3.1. Sự nóng chảy

Khi đun nóng đến một nhiệt độ nào đó, vật rắn bắt đầu chuyển trạng thái từ rắn sang lỏng (sự nóng chảy). Chất rắn kết tinh có nhiệt độ nóng chảy xác định (ở một áp suất cụ thể). Chất rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy xác định.

#### Ví dụ:

- ✓ Khi nung nóng nước đá ở áp suất tiêu chuẩn, nhiệt độ nước đá tăng dần. Khi đạt đến  $0^{\circ}\text{C}$ , nước đá bắt đầu tan và trong suốt quá trình hoá lỏng nhiệt độ của nước đá không đổi. Nước đá là chất rắn kết tinh.
- ✓ Khi nung nóng thỏi sôcôla, thỏi sôcôla mềm đi và chuyển dần sang thể lỏng, trong quá trình này nhiệt độ của thỏi sôcôla vẫn tăng liên tục. Thỏi sôcôla là chất rắn vô định hình.



a)



b)

Hình 1.4: a) Nước đá đang tan; b) Thanh sôcôla đang nóng chảy

### 3.2. Sự bay hơi

#### ✓ Sự bay hơi

Sự bay hơi là sự hoà hơi xảy ra **trên bề mặt chất lỏng**. Sự bay hơi xảy ra ở **nhiệt độ bất kì**. Tốc độ bay hơi của chất lỏng càng nhanh nếu diện tích mặt thoáng càng lớn, tốc độ gió càng lớn, nhiệt độ càng cao, và độ ẩm không khí càng thấp.

#### ✓ Sự sôi

Sự sôi là sự hoà hơi xảy ra **bên trong và trên bề mặt chất lỏng**. Sự sôi xảy ra ở **nhiệt độ sôi**. Nhiệt độ sôi của chất lỏng phụ thuộc áp suất khí trên mặt thoáng và bản chất của chất lỏng. Trong suốt thời gian sôi, nhiệt độ của chất lỏng không thay đổi.



a)



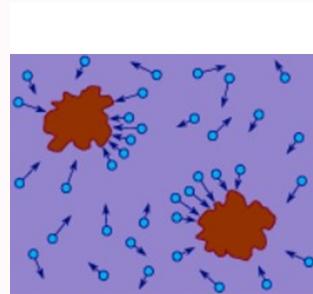
b)

Hình 1.5: a) Nước bay hơi trên mặt thoáng của tách cà phê; b) Nước đang sôi

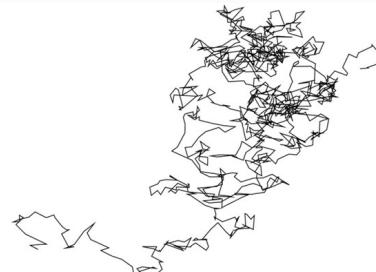
**B****VÍ DỤ MINH HOA**

**Dạng 1. Sử dụng mô hình động học phân tử, nêu được sơ lược cấu trúc của chất rắn, chất lỏng, chất khí**

❖ **Ví dụ 1.** Năm 1827, khi làm thí nghiệm quan sát các hạt phấn hoa rất nhỏ trong nước bằng kính hiển vi, Brown thấy chúng chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Chuyển động này được gọi là chuyển động Brown.



a)



b)

Hình 1.6: a) Mô phỏng sự va chạm giữa các phân tử nước với các hạt phấn hoa; b) Quỹ đạo chuyển động của hạt phấn hoa

- Tại sao thí nghiệm của Brown được gọi là một trong những thí nghiệm chứng tỏ các phân tử chuyển động hỗn loạn không ngừng?
- Làm thế nào để với thí nghiệm của Brown có thể chứng tỏ được khi nhiệt độ của nước càng cao thì các phân tử nước chuyển động càng nhanh?

**Lời giải.**

- Qua việc quan sát hạt phấn hoa trong nước, Brown nhận thấy rằng các hạt phấn hoa lắc lư không ngừng và quỹ đạo chuyển động của hạt phấn hoa hỗn loạn. Mà chuyển động của hạt phấn hoa là do sự va chạm giữa các phân tử nước với hạt phấn hoa gây ra. Điều này chứng tỏ rằng chuyển động của các phân tử nước cũng hỗn loạn, không ngừng.
- Để với thí nghiệm của Brown có thể chứng tỏ được khi nhiệt độ của nước càng cao thì các phân tử nước chuyển động càng nhanh thì chúng ta có thể đun nóng nước rồi quan sát sự thay đổi tốc độ chuyển động của hạt phấn hoa.

❖ **Ví dụ 2.** Hãy giải thích đặc điểm sau đây của thể khí, thể rắn, thể lỏng.

- Chất khí không có hình dạng và thể tích riêng, luôn chiếm toàn bộ thể tích bình chứa và có thể nén được dễ dàng.
- Vật ở thể rắn có thể tích và hình dạng riêng, rất khó nén.

c) Vật ở thể lỏng có thể tích riêng nhưng không có hình dạng riêng.

### 💡 Lời giải.

- a) Ở thể khí, các phân tử ở xa nhau (khoảng cách giữa các phân tử lớn gấp hàng chục lần kích thước phân tử). Lực tương tác giữa các phân tử rất yếu (trừ trường hợp chúng va chạm nhau) nên các phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn loạn. Do đó, khối chất khí không có hình dạng và thể tích riêng mà có hình dạng và thể tích của bình chứa nó.
- b) Ở thể rắn, các phân tử rất gần nhau (khoảng cách giữa các phân tử cỡ kích thước phân tử) và các phân tử sắp xếp có trật tự, chặt chẽ. Lực tương tác giữa các phân tử rất mạnh, giữ cho chúng không di chuyển tự do mà chỉ có thể dao động quanh vị trí cân bằng xác định. Do đó, vật rắn luôn có thể tích và hình dạng riêng xác định, đồng thời rất khó nén.
- c) Khoảng cách giữa các phân tử trong chất lỏng lớn hơn khoảng cách giữa các phân tử trong chất rắn và nhỏ hơn khoảng cách giữa các phân tử trong chất khí. Lực tương tác giữa các phân tử ở thể lỏng lớn hơn lực tương tác giữa các phân tử ở thể khí nên giữ các phân tử không bị phân tán ra xa nhau, do đó chất lỏng có thể tích riêng xác định. Lực tương tác này chưa đủ lớn như trong thể rắn nên các phân tử ở thể lỏng cũng dao động quanh vị trí cân bằng nhưng các vị trí cân bằng này luôn luôn thay đổi. Do đó, khối chất lỏng không có hình dạng riêng xác định mà có hình dạng của bình chứa nó.

### ► Dạng 2. Giải thích được sơ lược một số hiện tượng vật lí liên quan đến sự chuyển thể: sự nóng chảy, sự hoà hơi

❖ **Ví dụ 1.** Vận dụng mô hình động học phân tử, em hãy giải thích nguyên nhân gây ra sự nóng chảy của chất rắn kết tinh.

### 💡 Lời giải.

Ở áp suất không đổi, các phân tử ở thể rắn liên kết chặt chẽ với nhau, chúng dao động quanh các vị trí cân bằng xác định. Khi nung nóng chất rắn kết tinh, các phân tử được cung cấp nhiệt năng làm tốc độ chuyển động nhiệt của nó tăng lên, mức độ trật tự trong cấu trúc của các hạt giảm đi. Điều này dẫn đến khoảng cách trung bình giữa các phân tử tăng.

Nhiệt độ của vật rắn tăng đến một giá trị nào đó thì một số phân tử thăng được lực liên kết với các phân tử xung quanh và thoát khỏi liên kết với chúng, đó là sự khởi đầu của quá trình nóng chảy. Từ lúc này, vật rắn nhận nhiệt lượng để tiếp tục phá vỡ các liên kết tinh thể. Khi trật tự của tinh thể bị phá vỡ hoàn toàn thì quá trình nóng chảy kết thúc, vật rắn chuyển thành khối chất lỏng.

❖ **Ví dụ 2.** Vận dụng mô hình động học phân tử, em hãy giải thích nguyên nhân gây ra sự bay hơi và sự sôi.

### 💡 Lời giải.

#### Giải thích sự bay hơi:

Các phân tử ở bề mặt chất lỏng tham gia chuyển động nhiệt, trong đó có những phân tử chuyển động hướng ra ngoài chất lỏng. Đồng thời, các phân tử có thể truyền năng lượng cho nhau thông qua quá trình va chạm. Do đó, một số phân tử ở gần mặt thoảng của chất lỏng có động năng đủ lớn để thăng lực liên kết của các phân tử chất lỏng khác thì thoát được ra khỏi mặt thoảng của chất lỏng trở thành các phân tử ở thể hơi.

#### Giải thích sự sôi:

Khi chất lỏng đến nhiệt độ sôi, do tiếp tục được cung cấp nhiệt nên các phân tử chất lỏng chuyển động nhiệt mạnh hơn, làm phá vỡ sự liên kết giữa các phân tử chất lỏng với nhau. Khi đó các bọt chứa không khí và hơi nước nổi lên trong lòng nước càng ngày càng nhiều, càng nổi lên trên thể tích các bọt khí này càng tăng, tối mặt thoảng thì vỡ, không khí và hơi nước thoát ra ngoài khí quyển.



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Chuyển động của các nguyên tử, phân tử trong mô hình động học phân tử được gọi là chuyển động  
 (A) chuyển động cơ. (B) chuyển động nhiệt. (C) chuyển động tròn. (D) chuyển động đều.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 2.** Chọn phát biểu **đúng** về lực tương tác giữa các phân tử.

- (A) Giữa các phân tử có cả lực hút và lực đẩy.
- (B) Giữa các phân tử chỉ có lực hút hoặc lực đẩy.
- (C) Giữa các phân tử chỉ có lực đẩy.
- (D) Giữa các phân tử chỉ có lực hút.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 3.** Khi khoảng cách giữa các phân tử rất nhỏ, thì giữa các phân tử

- (A) chỉ có lực hút.
- (B) chỉ có lực đẩy.
- (C) có cả lực hút và lực đẩy, nhưng lực đẩy lớn hơn lực hút.
- (D) có cả lực hút và lực đẩy, nhưng lực đẩy nhỏ hơn lực hút.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)

**Câu 4.** Mục đích của thí nghiệm Brown là

- (A) quan sát hạt phấn hoa bằng kính hiển vi.
- (B) quan sát chuyển động của hạt phấn hoa trong nước bằng kính hiển vi.
- (C) quan sát cánh hoa trong nước bằng kính hiển vi.
- (D) quan sát chuyển động của cánh hoa.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 5.** Trong thí nghiệm của Brown các hạt phấn hoa chuyển động hỗn độn, không ngừng vì

- (A) giữa các hạt phấn hoa có lực tương tác hút và đẩy.
- (B) các hạt phấn hoa là các thực thể sống.
- (C) các phân tử nước chuyển động không ngừng, va chạm vào chúng từ mọi phía.
- (D) các hạt phấn hoa có thể dao động tự do quanh vị trí cân bằng.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)

**Câu 6.** Chọn câu trả lời **đúng nhất**.

Các chất có thể tồn tại ở những thể nào?

- (A) Thể rắn, thể lỏng, thể khí hoặc chân không.
- (B) Thể rắn, thể lỏng hoặc thể khí.
- (C) Thể rắn và thể hơi.
- (D) Thể rắn và thể lỏng.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 7.** Đặc điểm nào sau đây là phù hợp với chất rắn?

- (A) Có lực tương tác giữa các phân tử rất mạnh.
- (B) Có lực tương tác giữa các phân tử rất yếu.
- (C) Không có hình dạng xác định.
- (D) Không có thể tích riêng xác định.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 8.** Phát biểu nào dưới đây là đúng khi nói về những đặc điểm của chất rắn?

- (A) Có khối lượng, hình dạng xác định, không có thể tích xác định.
- (B) Có khối lượng xác định, hình dạng và thể tích không xác định.
- (C) Có khối lượng, hình dạng, thể tích xác định.

**D** Có khối lượng và thể tích xác định, hình dạng không xác định.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C**

**Câu 9.** Người ta có thể phân loại chất rắn một cách tổng quát theo cách nào sau đây?

- A** Chất rắn đơn tinh thể và chất rắn vô định hình.
- B** Chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình.
- C** Chất rắn đa tinh thể và chất rắn vô định hình.
- D** Chất rắn đơn tinh thể và chất rắn đa tinh thể.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B**

**Câu 10.** Đặc điểm nào sau đây là đặc điểm cấu trúc phân tử ở thể lỏng?

- A** Khoảng cách giữa các phân tử rất lớn so với kích thước của chúng.
- B** Lực tương tác phân tử yếu hơn lực tương tác phân tử ở thể rắn.
- C** Không có thể tích và hình dạng riêng xác định.
- D** Các phân tử dao động xung quanh vị trí cân bằng xác định.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B**

**Câu 11.** Trong chuyển động nhiệt, các phân tử chất lỏng

- A** dao động quanh vị trí cân bằng xác định.
- B** chuyển động hỗn loạn quanh vị trí cân bằng xác định.
- C** chuyển động hỗn loạn.
- D** dao động quanh vị trí cân bằng nhưng những vị trí này không cố định mà luôn thay đổi.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **D**

**Câu 12.** Chất lỏng có thể tích xác định, nhưng hình dạng không xác định là do trong chất lỏng

- A** lực liên kết giữa các phân tử chất lỏng là rất lớn, các phân tử chỉ dao động không ngừng quanh một vị trí xác định.
- B** lực liên kết giữa các phân tử chất lỏng là rất yếu, các phân tử dao động tự do về mọi phía.
- C** lực liên kết giữa các phân tử chất lỏng là yếu hơn chất rắn, các phân tử dao động tương đối tự do hơn so với trong chất rắn.
- D** Tất cả các phương án đưa ra đều sai.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C**

**Câu 13.** Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng vì

- A** phân tử khí không có khối lượng.
- B** khoảng cách giữa các phân tử khí quá gần nhau.
- C** lực tương tác giữa các phân tử quá nhỏ.
- D** các phân tử khí luôn đẩy nhau.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C**

**Câu 14.** Tính chất nào sau đây **không phải** là tính chất của chất ở thể khí?

- A** Có hình dạng và thể tích riêng.
- B** Có các phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn độn.
- C** Có thể nén được dễ dàng.
- D** Có lực tương tác phân tử nhỏ hơn lực tương tác phân tử ở thể rắn và thể lỏng.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **A**

**Câu 15.** Chất khí không có hình dạng và thể tích riêng là vì

- A** khoảng cách giữa các phân tử rất gần, lực tương tác giữa các phân tử chất khí rất mạnh.
- B** khoảng cách giữa các phân tử rất gần, lực tương tác giữa các phân tử chất khí rất yếu.
- C** khoảng cách giữa các phân tử rất xa, lực tương tác giữa các phân tử chất khí rất mạnh.
- D** khoảng cách giữa các phân tử rất xa, lực tương tác giữa các phân tử chất khí rất yếu.

**Lời giải.**Chọn đáp án **D**

**Câu 16.** Khi mở nắp lọ nước hoa, ta có thể ngửi thấy mùi thơm tràn ngập trong phòng. Điều này thể hiện tính chất nào của chất khí?

- (A) Dễ dàng nén được.
- (B) Có khối lượng xác định.
- (C) Có thể khuếch tán trong không gian theo mọi hướng.
- (D) Không chảy được.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C**

**Câu 17.** Sự nóng chảy là

- (A) sự chuyển thể từ rắn sang lỏng.
- (C) sự chuyển thể từ lỏng sang rắn.

- (B) sự chuyển thể từ rắn sang khí.
- (D) sự chuyển thể từ lỏng sang khí.

**Lời giải.**Chọn đáp án **A**

**Câu 18.** Sự đông đặc là

- (A) sự chuyển thể từ rắn sang lỏng.
- (C) sự chuyển thể từ lỏng sang rắn.

- (B) sự chuyển thể từ rắn sang khí.
- (D) sự chuyển thể từ lỏng sang khí.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C**

**Câu 19.** Sự bay hơi là

- (A) sự chuyển thể từ rắn sang lỏng.
- (C) sự chuyển thể từ lỏng sang rắn.

- (B) sự chuyển thể từ rắn sang khí.
- (D) sự chuyển thể từ lỏng sang khí.

**Lời giải.**Chọn đáp án **D**

**Câu 20.** Khi quan sát sự nóng chảy của nước đá, trong suốt thời gian nóng chảy thì

- (A) nhiệt độ của nước đá tăng.
- (B) nhiệt độ của nước đá giảm.
- (C) nhiệt độ của nước đá không đổi.
- (D) nhiệt độ của nước đá ban đầu tăng và sau đó giảm.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C**

**Câu 21.** Phát biểu nào sau đây về tính chất của chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình là **đúng**?

- (A) Chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình đều có nhiệt độ nóng chảy xác định.
- (B) Chất rắn kết tinh không có nhiệt độ nóng chảy xác định, chất rắn vô định hình có nhiệt độ nóng chảy xác định.
- (C) Chất rắn kết tinh có nhiệt độ nóng chảy xác định, chất rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy xác định.
- (D) Chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình đều không có nhiệt độ nóng chảy xác định.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C**

**Câu 22.** Một vật rắn khi bị nung nóng thì mềm dần. Đó là

- (A) chất rắn kết tinh.
- (C) chất rắn đa tinh thể.

- (B) chất rắn đơn tinh thể.
- (D) chất rắn vô định hình.

**Lời giải.**Chọn đáp án **D**

**Câu 23.** Trường hợp nào sau đây không liên quan đến sự nóng chảy và đông đặc?



(A) Ngọn nến vừa tắt.

(C) Nước đá vừa lấy ra khỏi tủ lạnh.

(B) Ngọn nến đang cháy.

(D) Ngọn đèn dầu đang cháy.

### Lời giải.

Chọn đáp án (D)

**Câu 24.** Sự bay hơi diễn ra càng nhanh hơn khi

(A) nhiệt độ càng thấp.

(C) lượng chất lỏng càng nhiều.

(B) tốc độ gió càng lớn.

(D) diện tích mặt thoáng càng hẹp.

### Lời giải.

Chọn đáp án (B)

**Câu 25.** Một ám nước đang sôi, nếu tiếp tục đun thì

(A) nhiệt độ nước trong ám giảm xuống.

(C) nhiệt độ nước trong ám vẫn tiếp tục tăng.

(B) nước trong ám không bay hơi nữa.

(D) nước trong ám bay hơi nhiều hơn và cạn dần.

### Lời giải.

Chọn đáp án (D)

**Câu 26.** Phát biểu nào sau đây là **không đúng** về sự bay hơi?

(A) Sự bay hơi là quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí xảy ra ở bề mặt chất lỏng.

(B) Sự bay hơi là quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí xảy ra ở cả bên trong và trên bề mặt chất lỏng.

(C) Sự bay hơi của chất lỏng xảy ra ở nhiệt độ bất kì.

(D) Sự ngừng tụ luôn kèm theo sự bay hơi.

### Lời giải.

Chọn đáp án (B)

**Câu 27.** Sự sôi xảy ra ở

(A) nhiệt độ trên  $100^{\circ}\text{C}$ . (B)  $100^{\circ}\text{C}$ .

(C) nhiệt độ sôi.

(D) dưới  $100^{\circ}\text{C}$ .

### Lời giải.

Chọn đáp án (C)

**Câu 28.** Trong các trường hợp dưới đây, trường hợp nào liên quan đến sự bay hơi?

(A) Kính cửa sổ bị mờ đi trong những ngày đông giá lạnh.

(B) Dầu trong đèn bị khô cạn dù không sử dụng.

(C) Miếng bơ để bên ngoài tủ lạnh sau một thời gian bị chảy lỏng.

(D) Đưa nước vào trong tủ lạnh để làm đá.

### Lời giải.

Chọn đáp án (B)

**Câu 29.** Tại sao quả bóng bay dù buộc chặt để lâu ngày vẫn bị xẹp?

(A) Vì khi mới thổi, không khí từ miệng vào bóng còn nóng, sau đó lạnh dần nên co lại.

(B) Vì cao su là chất đàn hồi nên sau khi bị thổi căng nó tự động co lại.

(C) Vì không khí nhẹ nên có thể chui qua chỗ buộc ra ngoài.

(D) Vì giữa các phân tử của chất làm vỏ bóng có khoảng cách nên các phân tử không khí có thể chui qua đó và thoát ra ngoài.

### Lời giải.

Chọn đáp án (D)

**Câu 30.** Hãy chọn phương án sai.

Cùng một khối lượng của một chất nhưng khi ở các thể khác nhau thì sẽ khác nhau

(A) Thể tích.

(B) Khối lượng riêng.

(C) Kích thước của các nguyên tử.

(D) Trật tự của các nguyên tử.

### Lời giải.

Chọn đáp án (C)

**Câu 31.** Các nguyên tử trong một miếng sắt có tính chất nào sau đây?

- (A) Khi nhiệt độ tăng thì nở ra.
- (B) Khi nhiệt độ giảm thì co lại.
- (C) Đứng rất gần nhau.
- (D) Đứng xa nhau.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 32.** Trong các chất sau, chất nào **không phải** là chất rắn kết tinh?

- (A) Muối ăn.
- (B) Thuỷ tinh.
- (C) Kim cương.
- (D) Thạch anh.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 33.** Chất rắn nào dưới đây không phải là chất rắn vô định hình?

- (A) Thạch anh.
- (B) Thuỷ tinh.
- (C) Sáp.
- (D) Cao su.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 34.** Chất rắn nào dưới đây là chất rắn vô định hình?

- (A) Muối ăn.
- (B) Kim loại.
- (C) Thạch anh.
- (D) Nhựa đường.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 35.** Ở điều kiện thường, iode là chất rắn dạng tinh thể màu đen tím. Khi đun nóng, iode có sự thăng hoa.

Vậy sự thăng hoa của iode là sự chuyển trạng thái từ tinh thể

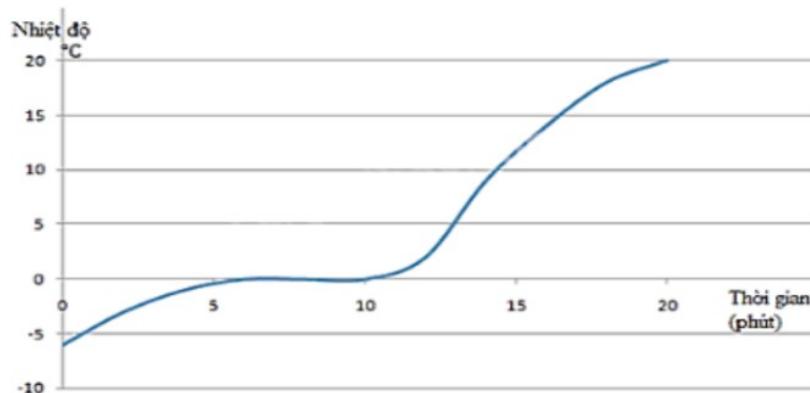
- (A) rắn sang khí.
- (B) rắn sang lỏng.
- (C) lỏng sang rắn.
- (D) khí sang rắn.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 36.** Cho đồ thị biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian của nước đá như hình vẽ. Nước đá tan trong khoảng thời gian nào?



- (A) Từ phút thứ 6 đến phút thứ 10.

- (B) Từ phút thứ 10 trở đi.

- (C) Từ 0 đến phút thứ 6.

- (D) Từ phút thứ 10 đến phút thứ 15.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 37.** Người ta không thể luộc trứng chín ở núi cao vì

- (A) áp suất trên núi thấp hơn áp suất chuẩn (1 atm) nên nước sôi ở nhiệt độ thấp hơn 100 °C.
- (B) áp suất trên núi cao hơn áp suất chuẩn (1 atm) nên nước sôi ở nhiệt độ thấp hơn 100 °C.
- (C) áp suất trên núi thấp hơn áp suất chuẩn (1 atm) nên nước sôi ở nhiệt độ cao hơn 100 °C.
- (D) áp suất trên núi cao hơn áp suất chuẩn (1 atm) nên nước sôi ở nhiệt độ cao hơn 100 °C.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 38.** Thuỷ ngân có nhiệt độ nóng chảy là  $-39^{\circ}\text{C}$  và nhiệt độ sôi là  $357^{\circ}\text{C}$ . Khi ở trong phòng có nhiệt độ  $30^{\circ}\text{C}$  thì thuỷ ngân

- (A) chỉ tồn tại ở thể lỏng.
- (B) chỉ tồn tại ở thể hơi.

**(C)** tồn tại ở cả thể lỏng và thể hơi.

**(D)** tồn tại ở cả thể rắn, lỏng và hơi.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)**



**Câu 39.** Tại sao khi cầm vào vỏ bình ga mini đang sử dụng ta thường thấy có một lớp nước rất mỏng trên đó?

**(A)** Do hơi nước từ tay ta bốc ra.

**(B)** Nước từ trong bình ga thấm ra.

**(C)** Do vỏ bình ga lạnh hơn nhiệt độ môi trường nên hơi nước trong không khí ngưng tụ trên đó.

**(D)** Cả B và C đều đúng.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(C)**



**Câu 40.** Ở nhiệt độ trong phòng, chỉ có thể có khí oxygen, không thể có oxygen lỏng vì

**(A)** oxygen luôn là chất khí.

**(B)** nhiệt độ phòng cao hơn nhiệt độ sôi của oxygen.

**(C)** nhiệt độ phòng thấp hơn nhiệt độ sôi của oxygen.

**(D)** nhiệt độ trong phòng bằng nhiệt độ sôi của oxygen.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(B)**



## D TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

**Câu 1.** Nhận định các phát biểu sau đây về mô hình động học phân tử.

a) Các chất được cấu tạo từ các hạt riêng biệt được gọi nguyên tử, phân tử.

b) Các nguyên tử, phân tử đứng sát nhau và giữa chúng không có khoảng cách.

c) Lực tương tác giữa các phân tử ở thể rắn lớn hơn lực tương tác giữa các phân tử ở thể lỏng và thể khí.

d) Các nguyên tử, phân tử chất lỏng dao động xung quanh các vị trí cân bằng không cố định.

**Lời giải.**

a) Đúng.

b) Sai.

c) Đúng.

d) Đúng.



**Câu 2.** Nhận định các phát biểu về sự sôi.

a) Nước chỉ sôi ở nhiệt độ  $100^{\circ}\text{C}$ .

b) Trong suốt thời gian sôi, nhiệt độ của nước không thay đổi.

c) Nước chỉ bay hơi ở nhiệt độ sôi.

d) Trong suốt thời gian sôi, nước vừa bay hơi tạo ra bọt khí và vừa bay hơi trên bề mặt.

**Lời giải.**

a) Sai. Nhiệt độ sôi của nước còn phụ thuộc vào áp suất nơi đun.

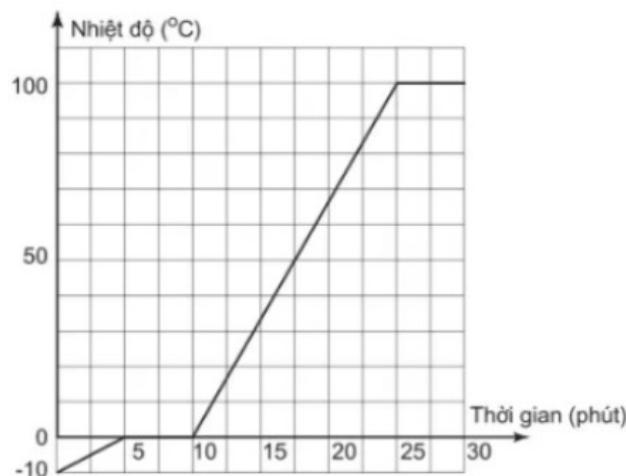
b) Đúng.

c) Sai. Nước bay hơi ở bất kỳ nhiệt độ nào.

d) Đúng.



**Câu 3.** Hình bên là đồ thị biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ của nước theo thời gian đun.



- a) Trong 5 phút đầu tiên, nước ở thể rắn.  
 b) Từ phút thứ 5 đến phút thứ 10 nước đá nóng chảy.  
 c) Từ phút thứ 10 đến phút thứ 25 nước không có sự bay hơi vì chưa đạt nhiệt độ sôi.  
 d) Nước được đun ở điều kiện tiêu chuẩn.

**Lời giải.**

- a) Đúng.  
 b) Đúng.  
 c) Sai. Nước bay hơi ở bất kỳ nhiệt độ nào.  
 d) Đúng. Đồ thị thể hiện quá trình nước sôi ở  $100^{\circ}\text{C}$ .

**Câu 4.** Bảng dưới đây ghi nhận nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của một số chất

Chất	Nhiệt độ nóng chảy	Nhiệt độ sôi
Chì	$327^{\circ}\text{C}$	$1613^{\circ}\text{C}$
Nước	$0^{\circ}\text{C}$	$100^{\circ}\text{C}$
Oxygen	$-219^{\circ}\text{C}$	$-183^{\circ}\text{C}$
Rượu	$-117^{\circ}\text{C}$	$78^{\circ}\text{C}$
Thuỷ ngân	$-39^{\circ}\text{C}$	$357^{\circ}\text{C}$

- a) Chì có nhiệt độ sôi cao nhất trong các chất được liệt kê.  
 b) Nước có nhiệt độ sôi thấp nhất trong các chất được liệt kê.  
 c) Ở nhiệt độ  $30^{\circ}\text{C}$  thì chì ở thể rắn.  
 d) Ở nhiệt độ  $30^{\circ}\text{C}$  thì oxide ở thể lỏng.

**Lời giải.**

- a) Đúng.  
 b) Sai.  
 c) Đúng.  
 d) Sai.

**Câu 5.** Hình bên là một cốc nước đá đặt ngoài không khí.



- a) Nước ngưng động trên thành cốc là do nước bên trong cốc thâm ra ngoài.
- b) Nước đá truyền nhiệt ra bên ngoài làm đá tan dần.
- c) Khói trắng xuất hiện trên miệng cốc là do sự hoá hơi của nước trong cốc.
- d) Khi đá chưa tan hết thì nhiệt độ của nước trong cốc là  $0^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

- a) Sai. Nước đọng trên thành cốc là do hơi nước trong không khí gần cốc ngưng tụ.
- b) Sai. Nước đá nhận nhiệt từ môi trường nên tan dần.
- c) Sai. Khói trắng xuất hiện ở miệng cốc là kết quả sự ngưng tụ của hơi nước trong không khí.
- d) Đúng.

□

**E**

## BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Hãy sử dụng mô hình động học phân tử để giải thích vì sao chúng ta có thể đi trong không khí, bơi trong nước nhưng không thể đi xuyên qua tường?

**Lời giải.**

Lực liên kết giữa các phân tử chất rắn lớn hơn nhiều so với lực liên kết giữa các phân tử chất lỏng và chất khí. Do đó, ta khó bẽ gãy được liên kết của các phân tử chất rắn nên không thể đi xuyên qua tường.

□

**Câu 2.** Cùng một chất, khi ở thể lỏng thường có khối lượng riêng nhỏ hơn khi ở thể rắn và khối lượng riêng ở thể khí lại nhỏ hơn khi ở thể lỏng. Vì sao như vậy?

**Lời giải.**

Vì khoảng cách trung bình giữa các phân tử chất khí lớn hơn khoảng cách trung bình giữa các phân tử chất lỏng và lớn hơn khoảng cách trung bình giữa các phân tử chất rắn. Do đó, với cùng một chất thì thể khí thường có thể tích lớn hơn so với thể lỏng và lớn hơn thể tích ở rắn. Vì vậy, ở thể lỏng thường có khối lượng riêng nhỏ hơn khi ở thể rắn và khối lượng riêng ở thể khí lại nhỏ hơn khi ở thể lỏng.

**A** Không đúng cho tất cả trường hợp. Ví dụ, nước có thể tích ở thể rắn lớn hơn thể tích ở thể lỏng

**Câu 3.** Cồn y tế chuyển từ thể lỏng sang thể khí rất nhanh ở điều kiện thông thường. Hãy giải thích tại sao khi xoa cồn vào da, ta cảm thấy lạnh ở vùng da đó?

**Lời giải.**

Khi cồn chuyển thể từ lỏng sang khí thì cần thu nhiệt lượng, do đó tay ta mất bớt nhiệt lượng truyền cho cồn và cảm thấy vùng da thoả cồn bị lạnh đi.

□

**Câu 4.** Vì sao bình nước sôi muộn để nguội nhanh thì cần mở nắp để hơi nước thoát ra?

**Lời giải.**

Vì hơi nước có nhiệt độ cao, khi mở nắp thì hơi nước thoát ra nhiều và nhanh hơn làm cho nước còn lại trong bình dễ trao đổi nhiệt với không khí bên ngoài và giảm nhanh nhiệt độ.

□

**Câu 5.** Rau xanh sau khi mua về thường bị héo khi để ở ngoài trời nắng. Vì sao lại có hiện tượng trên? Làm thế nào để hạn chế điều này?

### ☞ Lời giải.

Rau bị héo là do sự bay hơi của nước trong rau qua bề mặt lá. Để hạn chế rau nhanh héo có thể thực hiện các cách sau

- Ⓐ Tránh ánh nắng trực tiếp từ mặt trời, bảo quản ở nơi thoáng mát.
- Ⓑ Vẩy nước lên rau để tạo lớp nước bám trên bề mặt, lớp nước này sẽ hấp thụ nhiệt từ môi trường và bay hơi trước.



**Câu 6.** Để khử trùng các dụng cụ y tế nhiều lần (kéo, kẹp gấp, dao mổ, ...), ngày nay người ta thường sấy chúng trong lò sấy ở nhiệt độ cao. Tuy nhiên, trước đây người ta thường phải luộc chúng trong nước sôi. Giả sử cần phải thực hiện nhiệm vụ này nhưng có một số vi khuẩn chỉ bị tiêu diệt ở nhiệt độ  $105^{\circ}\text{C}$ , trong đó khi nhiệt độ sôi của nước ở điều kiện tiêu chuẩn là  $100^{\circ}\text{C}$ . Hãy đề xuất phương án đơn giản để diệt các vi khuẩn này và giải thích.

### ☞ Lời giải.

Tăng áp suất đun nước (dùng nồi áp suất) để tăng nhiệt độ sôi của nước.



**Câu 7.** Một người thợ mộc sau khi đánh vecni vào một số chân giường, sau một thời gian, người thợ mộc phát hiện thấy những chân giường chưa được đánh vecni bị nứt (rạn chân chim), còn những chân giường đã được đánh vecni thì không bị như thế. Hãy giải thích tại sao?

### ☞ Lời giải.

Trong gỗ có chứa một lượng nước nhất định, khi đánh vecni lên gỗ, lớp vecni ngăn cách sự tiếp xúc của gỗ với môi trường bên ngoài và làm hạn chế sự bay hơi của nước trong gỗ. Còn những chân giường không đánh vecni thì nước trong gỗ bị bay hơi và làm gỗ bị khô, nứt.



## Bài 2

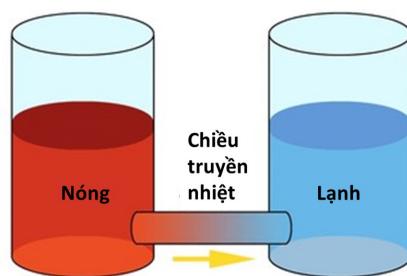
# NHIỆT ĐỘ - THANG NHIỆT ĐỘ



## LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

### 1 Chiều truyền năng lượng nhiệt giữa hai vật chênh lệch nhiệt độ tiếp xúc nhau

Khi cho hai vật chênh lệch nhiệt độ tiếp xúc nhau, năng lượng nhiệt luôn truyền từ vật có nhiệt độ cao hơn sang vật có nhiệt độ thấp hơn. Quá trình truyền nhiệt kết thúc khi hai vật ở cùng nhiệt độ (trạng thái cân bằng nhiệt).



Hình 1.7: Minh họa chiều truyền nhiệt giữa hai vật có nhiệt độ khác nhau

### 2 Nhiệt độ

#### 2.1. Khái niệm về nhiệt độ

Nhiệt độ của một vật là đại lượng vật lí đặc trưng cho mức độ chuyển động nhiệt của phân tử vật chất cấu tạo nên vật. Khi các phân tử chuyển động nhiệt càng nhanh thì nhiệt độ của vật càng cao và ngược lại.

#### 2.2. Nhiệt kế

Nhiệt độ đo trên nhiệt kế được xác định thông qua giá trị của một đại lượng vật lí khác mà đại lượng này phụ thuộc theo nhiệt độ.

**Ví dụ:**

- Nhiệt kế thuỷ ngân xác định nhiệt độ dựa trên hiện tượng dân nở vì nhiệt của thuỷ ngân.
- Nhiệt kế điện trở xác định nhiệt độ qua sự phụ thuộc của điện trở theo nhiệt độ.



a)



b)

Hình 1.8: a) Nhiệt kế thuỷ ngân; b) Nhiệt kế điện trở

### 3 Thang nhiệt độ

### 3.1. Thang nhiệt độ Celsius

Nhiệt độ trong thang đo này được kí hiệu là  $t$ . Đơn vị là độ Celsius (kí hiệu:  $^{\circ}\text{C}$ ).

$1^{\circ}\text{C} = \frac{1}{100}$  của khoảng cách giữa nhiệt độ nóng chảy của nước tinh khiết đóng băng ( $0^{\circ}\text{C}$ ) và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết ở áp suất 1 atm ( $100^{\circ}\text{C}$ ).

### 3.2. Thang nhiệt độ Kelvin

Nhiệt độ trong thang đo này được kí hiệu là  $T$ . Đơn vị là độ Kelvin (kí hiệu: K).

$1\text{ K} = \frac{1}{273,15}$  của khoảng cách giữa nhiệt độ không tuyệt đối ( $0\text{ K}$ ) và nhiệt độ điểm mà nước tinh khiết tồn tại đồng thời ở thể rắn, lỏng và hơi ở áp suất 1 atm ( $273,15\text{ K}$ ).

Nhiệt độ không tuyệt đối ( $0\text{ K}$ ) là nhiệt độ mà tại đó động năng chuyển động nhiệt của các phân tử cấu tạo nên vật chất bằng không và thế năng của chúng là tối thiểu.

 Một độ chia trên thang nhiệt độ Kelvin bằng một độ chia trên thang nhiệt độ Celsius.

### 3.3. Chuyển đổi nhiệt độ đo theo thang Celsius sang nhiệt độ đo theo thang Kelvin

$$T = t + 273,15 \approx t + 273 \quad (1.1)$$

với:

- $t$ : giá trị nhiệt độ của vật theo thang nhiệt độ Celsius;
- $T$ : giá trị nhiệt độ của vật theo thang nhiệt độ Kelvin.

**B**

### VÍ DỤ MINH HOA

#### **Dạng 1. Chuyển đổi được nhiệt độ đo theo thang Celsius sang nhiệt độ đo theo thang Kelvin và ngược lại**

 **Ví dụ 1.** Nhiệt độ của khối khí trong phòng đo được là  $27^{\circ}\text{C}$ . Xác định nhiệt độ của khối khí trong thang nhiệt độ Kelvin.

#### **Lời giải.**

Nhiệt độ khối khí trong thang nhiệt độ Kelvin:

$$T = t + 273 = 300\text{ K}.$$

 **Ví dụ 2.** Một nhiệt kế dùng để đo nhiệt độ của các lò nung có phạm vi đo từ  $263\text{ K}$  đến  $1273\text{ K}$ .

- Xác định phạm vi đo của nhiệt kế này trong thang nhiệt độ Celsius?
- Nếu sử dụng nhiệt kế này để đo nhiệt độ lò nung đang nấu chảy đồng có nhiệt độ nóng chảy là  $1083^{\circ}\text{C}$  thì nhiệt kế có đo được không? Vì sao? Em có khuyến cáo gì về việc sử dụng nhiệt kế trong tình huống này?

#### **Lời giải.**

- $t_{\min} = T_{\min} - 273 = -10^{\circ}\text{C}; \quad t_{\max} = T_{\max} - 273 = 1000^{\circ}\text{C}$ .

Phạm vi đo của nhiệt kế này trong thang nhiệt độ Celsius là  $-10^{\circ}\text{C}$  đến  $1000^{\circ}\text{C}$ .

- Nếu sử dụng nhiệt kế này để đo nhiệt độ lò nung đang nấu chảy đồng có nhiệt độ nóng chảy  $1083^{\circ}\text{C}$  thì nhiệt kế không đo được vì nhiệt độ cần đo nằm ngoài phạm vi đo của nhiệt kế.

Trong trường hợp này, người đo cần dùng nhiệt kế có thang đo lớn hơn  $1083^{\circ}\text{C}$  như nhiệt kế điện trở.

**Ví dụ 3.** Trong thang nhiệt độ Fahrenheit, chọn nhiệt độ tại điểm nước đá đang tan là  $32^{\circ}\text{F}$ , nhiệt độ tại điểm nước sôi ở điều kiện thường (1 atm) là  $212^{\circ}\text{F}$ , trong khoảng nhiệt độ này chia thành 180 khoảng bằng nhau, mỗi khoảng ứng với  $1^{\circ}\text{F}$ . Thang đo này được nhà vật lí người Đức Daniel Gabriel Fahrenheit đề xuất vào năm 1724 và được sử dụng phổ biến ở các nước phương Tây. Nếu gọi  $t$  là nhiệt độ của vật trong thang nhiệt độ Celsius và  $T_F$  nhiệt độ của vật trong thang nhiệt độ Fahrenheit thì:

$$T_F = a \cdot t + b.$$

với  $a$  và  $b$  là các hệ số tỉ lệ.

- a) Em hãy xác định xác giá trị của  $a$  và  $b$ .
- b) Trên tin tức thông báo nhiệt độ tại New York ngày 17/03/2024 là  $49^{\circ}\text{F}$ . Trong thang Celsius thì nhiệt độ này là bao nhiêu  $^{\circ}\text{C}$ ?

### Lời giải.

- a) Nhiệt độ tại điểm nước đá đang tan là  $32^{\circ}\text{F}$  hay  $0^{\circ}\text{C}$ :

$$b = 32^{\circ}\text{F} \quad (1.2)$$

Nhiệt độ tại điểm nước sôi ở điều kiện thường (1 atm) là  $212^{\circ}\text{F}$  hay  $100^{\circ}\text{C}$ :

$$212 = 100a + b \quad (1.3)$$

Từ (1.2) và (1.3), suy ra:

$$\begin{cases} b = 32^{\circ}\text{F} \\ a = 1,8^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C} \end{cases}$$

Như vậy,  $T_F = 1,8 \cdot t + 32$ .

- b) Nhiệt độ tại New York ngày 17/03/2024 theo thang Celsius:

$$t = \frac{T_F - 32}{1,8} \approx 9,44^{\circ}\text{C}.$$



$$\frac{t(^{\circ}\text{F}) - 32}{212 - 32} = \frac{t(^{\circ}\text{C}) - 0}{100 - 0} = \frac{T(\text{K}) - 273}{373 - 273}.$$



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Cho hai vật có nhiệt độ khác nhau tiếp xúc với nhau. Nhiệt được truyền từ

- (A) vật có khối lượng lớn hơn sang vật có khối lượng nhỏ hơn.
- (B) vật có nhiệt độ cao hơn sang vật có nhiệt độ thấp hơn.
- (C) vật ở trên cao sang vật ở dưới thấp.
- (D) vật có khối lượng riêng lớn sang vật có khối lượng riêng nhỏ.

### Lời giải.

Chọn đáp án (B)

**Câu 2.** Người ta cho hai vật dẫn nhiệt A và B tiếp xúc với nhau, sau một thời gian khi có trạng thái cân bằng nhiệt thì hai vật này có

- (A) cùng nhiệt độ.
- (B) cùng nội năng.
- (C) cùng năng lượng.
- (D) cùng nhiệt lượng.

### Lời giải.

Chọn đáp án (A)

**Câu 3.** Đơn vị đo nhiệt độ trong thang nhiệt Celsius là

- (A) K.
- (B)  $^{\circ}\text{F}$ .
- (C) N.
- (D)  $^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **D**

**Câu 4.** Nhiệt kế chất lỏng được chế tạo dựa trên nguyên tắc nào?

- (A) Sự nở vì nhiệt của chất lỏng.
- (B) Sự phụ thuộc của tốc độ dòng chảy theo nhiệt độ.
- (C) Sự thay đổi điện trở của khối chất lỏng theo nhiệt độ.
- (D) Sự phụ thuộc của áp suất chất lỏng theo nhiệt độ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **A**

**Câu 5.** Trong các nhiệt kế sau đây, em hãy chọn nhiệt kế phù hợp để đo nhiệt độ của nước đang đun sôi?

- (A) Nhiệt kế y tế có thang chia độ từ  $35^{\circ}\text{C}$  đến  $42^{\circ}\text{C}$ .
- (B) Nhiệt kế rượu có thang chia độ từ  $-30^{\circ}\text{C}$  đến  $60^{\circ}\text{C}$ .
- (C) Nhiệt kế thuỷ ngân có thang chia độ từ  $-10^{\circ}\text{C}$  đến  $110^{\circ}\text{C}$ .
- (D) Nhiệt kế hồng ngoại có thang chia độ từ  $30^{\circ}\text{C}$  đến  $45^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C**

**Câu 6.** Cách xác định nhiệt độ trong thang nhiệt độ Celsius là

- (A) Lấy nhiệt độ của nước khi đóng băng là  $(10^{\circ}\text{C})$  và nhiệt độ sôi của nước  $(100^{\circ}\text{C})$  làm chuẩn.
- (B) Lấy nhiệt độ của nước khi đóng băng là  $(100^{\circ}\text{C})$  và nhiệt độ sôi của nước  $(0^{\circ}\text{C})$  làm chuẩn.
- (C) Lấy nhiệt độ của nước khi đóng băng là  $(0^{\circ}\text{C})$  và nhiệt độ sôi của nước  $(100^{\circ}\text{C})$  làm chuẩn.
- (D) Lấy nhiệt độ của nước khi đóng băng là  $(100^{\circ}\text{C})$  và nhiệt độ sôi của nước  $(10^{\circ}\text{C})$  làm chuẩn.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C**

**Câu 7.** Điểm đóng băng và sôi của nước theo thang Kelvin là

- (A)  $0\text{ K}$  và  $100\text{ K}$ .
- (B)  $273\text{ K}$  và  $373\text{ K}$ .
- (C)  $37\text{ K}$  và  $73\text{ K}$ .
- (D)  $32\text{ K}$  và  $212\text{ K}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B**

**Câu 8.** Độ không tuyệt đối là nhiệt độ ứng với

- (A)  $0\text{ K}$ .
- (B)  $0^{\circ}\text{C}$ .
- (C)  $273\text{ K}$ .
- (D)  $273^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **A**

**Câu 9.** Chọn phát biểu **đúng**.

Nhiệt độ không tuyệt đối là nhiệt độ mà tại đó

- (A) chuyển động nhiệt của phân tử hầu như dừng lại.
- (B) nước bắt đầu đông thành đá.
- (C) tất cả chất khí hoá lỏng.
- (D) tất cả chất khí hoá rắn.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **A**

**Câu 10.** Không thể dùng nhiệt kế rượu để đo nhiệt độ của nước đang sôi vì

- (A) rượu sôi ở nhiệt độ cao hơn  $100^{\circ}\text{C}$ .
- (B) rượu sôi ở nhiệt độ thấp hơn  $100^{\circ}\text{C}$ .
- (C) rượu đông đặc ở nhiệt độ  $100^{\circ}\text{C}$ .
- (D) rượu đông đặc ở nhiệt độ thấp hơn  $0^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 11.** Biểu thức nào sau đây là đúng khi biến đổi nhiệt độ từ thang Celsius sang thang Kelvin?

- (A)  $T(K) = t(^{\circ}C) - 273$ .  
 (B)  $T(K) = t(^{\circ}C) + 273$ .  
 (C)  $T(K) = \frac{t(^{\circ}C) + 273}{2}$ .  
 (D)  $T(K) = 2t(^{\circ}C) + 273$ .

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 12.** Cho các bước như sau:

- (1) Thực hiện phép đo nhiệt độ.
- (2) Uớc lượng nhiệt độ của vật.
- (3) Hiệu chỉnh nhiệt kế.
- (4) Lựa chọn nhiệt kế phù hợp.
- (5) Đọc và ghi kết quả đo.

Các bước đúng khi thực hiện đo nhiệt độ của một vật là

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

☞ **Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 13.** Nhiệt độ trung bình của nước ở thang nhiệt độ Celsius là  $27^{\circ}C$  ứng với thang nhiệt độ Kelvin thì nhiệt độ của nước là

- (A) 273 K. (B) 300 K. (C) 246 K. (D) 327 K.

☞ **Lời giải.**

$$T = t + 273 = 300 \text{ K.}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 14.** Nhiệt độ mùa đông tại thành phố New York (Mỹ) là 283 K, ứng với nhiệt độ Celsius thì nhiệt độ ở đó là

- (A)  $10^{\circ}C$ . (B)  $-10^{\circ}C$ . (C)  $5^{\circ}C$ . (D)  $-5^{\circ}C$ .

☞ **Lời giải.**

$$t = T - 273 = 10^{\circ}C.$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 15.** Nhiệt độ vào một ngày hè ở thành phố Hồ Chí Minh là  $35^{\circ}C$ . Nhiệt độ đó tương ứng với bao nhiêu độ  $^{\circ}F$ ?

- (A)  $59^{\circ}F$ . (B)  $67^{\circ}F$ . (C)  $95^{\circ}F$ . (D)  $76^{\circ}F$ .

☞ **Lời giải.**

$$t(^{\circ}F) = 32 + 1,8t(^{\circ}C) = 95^{\circ}F.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 16.** Giá trị nhiệt độ đo được theo thang nhiệt độ Kelvin là 293 K. Tính theo thang nhiệt độ Fahrenheit, nhiệt độ đó có giá trị là

- (A)  $20^{\circ}F$ . (B)  $100^{\circ}F$ . (C)  $68^{\circ}F$ . (D)  $261^{\circ}F$ .

☞ **Lời giải.**

$$t(^{\circ}C) = T - 273 = 20^{\circ}C.$$

$$t(^{\circ}F) = 32 + 1,8t(^{\circ}C) = 68^{\circ}F.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 17.**  $104^{\circ}F$  ứng với bao nhiêu độ Kelvin?

- (A) 313 K. (B) 298 K. (C) 328 K. (D) 293 K.

☞ **Lời giải.**

$$\frac{t(^{\circ}F) - 32}{212 - 32} = \frac{T(K) - 273}{373 - 273}$$

Thay  $t(^{\circ}\text{F}) = 104^{\circ}\text{F}$ , thu được  $T = 313\text{ K}$ .

Chọn đáp án **(A)**

**Câu 18.** Một thang đo  $X$  lấy điểm đóng băng là  $-10X$ , lấy điểm sôi là  $90X$ . Nhiệt độ của một vật đọc được trên theo nhiệt giao Celsius là  $40^{\circ}\text{C}$  thì trong nhiệt giao  $X$  có nhiệt độ bằng

- (A)**  $20X$ .      **(B)**  $30X$ .      **(C)**  $40X$ .      **(D)**  $50X$ .

**Lời giải.**

Độ chênh lệch nhiệt độ tại điểm đóng băng và điểm sôi trong thang  $X$  cũng là 100. Như vậy  $1^{\circ}\text{C}$  tương ứng với  $1X$  và

$$t(^{\circ}\text{C}) = t(X) + 10.$$

Chọn đáp án **(B)**

**Câu 19.** Giả sử có một thang nhiệt độ kí hiệu  $Z$ . Nhiệt độ sôi của nước theo thang này là  $60Z$ , điểm ba cǎ nước là  $-15Z$ . Nhiệt độ của vật theo thang Fahrenheit là bao nhiêu nếu nhiệt độ trong thang  $Z$  là  $-96Z$ ? Giả sử có một thang nhiệt độ kí hiệu  $Z$ . Nhiệt độ sôi của nước theo thang này là  $60Z$ , điểm ba cǎ nước là  $-15Z$ . Nhiệt độ của vật theo thang Fahrenheit là bao nhiêu nếu nhiệt độ trong thang  $Z$  là  $-96Z$ ?

- (A)**  $-62,4^{\circ}\text{F}$ .      **(B)**  $162,4^{\circ}\text{F}$ .      **(C)**  $-162,4^{\circ}\text{F}$ .      **(D)**  $62,4^{\circ}\text{F}$ .

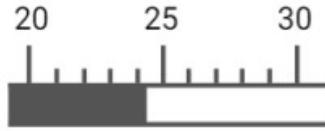
**Lời giải.**

$$\frac{t(^{\circ}\text{F}) - 32}{212 - 32} = \frac{Z - (-15)}{60 - (-15)}$$

Thay  $Z = -96$  ta thu được  $t(^{\circ}\text{F}) = -162,4^{\circ}\text{F}$ .

Chọn đáp án **(C)**

**Câu 20.** Hình dưới thể hiện nhiệt kế đo nhiệt độ của một vật. Sai số dụng cụ được lấy bằng một nửa độ chia nhỏ nhất. Kết quả đo nhiệt độ của vật này là



- (A)**  $t = 24.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .      **(B)**  $t = 25.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .      **(C)**  $t = 24.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ .      **(D)**  $t = 25.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)**

**Câu 21.** Chiều dài của phần thuỷ ngân trong nhiệt kế là 2 cm ở  $0^{\circ}\text{C}$  và 22 cm ở  $100^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ là bao nhiêu nếu chiều dài của thuỷ ngân là 8 cm?

- (A)**  $40^{\circ}\text{C}$ . **(B)**  $50^{\circ}\text{C}$ .      **(C)**  $20^{\circ}\text{C}$ .      **(D)**  $30^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} \frac{\ell - \ell_0}{t - t_0} &= \frac{\ell' - \ell_0}{t' - t_0} \\ \Leftrightarrow \frac{22\text{ cm} - 2\text{ cm}}{100^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}} &= \frac{8\text{ cm} - 2\text{ cm}}{t' - 0^{\circ}\text{C}} \Rightarrow t' = 30^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(D)**

**Câu 22.** Chiều dài của phần thuỷ ngân trong nhiệt kế là 2 cm ở  $0^{\circ}\text{C}$  và 22 cm ở  $100^{\circ}\text{C}$ . Chiều dài của phần thuỷ ngân sẽ là bao nhiêu nếu nhiệt độ là  $50^{\circ}\text{C}$ ?

- (A)** 10 cm.      **(B)** 12 cm.      **(C)** 14 cm.      **(D)** 16 cm.

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} \frac{\ell - \ell_0}{t - t_0} &= \frac{\ell' - \ell_0}{t' - t_0} \\ \Leftrightarrow \frac{22\text{ cm} - 2\text{ cm}}{100^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}} &= \frac{\ell' - 2\text{ cm}}{50^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}} \Rightarrow \ell' = 12\text{ cm}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(B)**

**Câu 23.** Sự phụ thuộc vào nhiệt độ của bước sóng điện từ theo hệ thức Wien:  $T \cdot \lambda_{\max} = 2900 \text{ } (\mu\text{m} \cdot \text{K})$  được dùng vào việc chế tạo các nhiệt kế thường dùng hằng ngày như nhiệt kế hồng ngoại, cũng như các nhiệt kế trong thiên văn để đo nhiệt độ bề mặt của các thiên thể. Xét một nhiệt kế hồng ngoại khi đo nhiệt độ cơ thể người như hình vẽ. Bước sóng hồng ngoại do cơ thể người phát ra bằng xấp xỉ bằng



(A) 9,4 μm.

(B) 79 μm.

(C) 29 μm.

(D) 10,6 μm.

☞ **Lời giải.**

$$\lambda_{\max} = \frac{2900 \text{ } \mu\text{m} \cdot \text{K}}{T} = \frac{2900 \text{ } \mu\text{m} \cdot \text{K}}{36,5 + 273 \text{ K}} \approx 9,4 \text{ } \mu\text{m}.$$

Chọn đáp án (A)



## D TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

**Câu 1.** Bảng sau đây ghi sự thay đổi nhiệt độ của không khí theo thời gian dựa trên số liệu của một trạm khí tượng ở Hà Nội ghi được vào một ngày mùa đông.

Thời gian (giờ)	1	4	7	10	13	16	19	22
Nhiệt độ (°C)	13	13	13	18	18	20	17	12

- a) Nhiệt độ lúc 4 giờ là 286 K.
- b) Nhiệt độ thấp nhất trong ngày là vào lúc 1 giờ.
- c) Nhiệt độ cao nhất trong ngày là vào lúc 16 giờ.
- d) Độ chênh lệch nhiệt độ trong ngày là 6 °C.

☞ **Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Sai. Nhiệt độ thấp nhất là 12 °C vào lúc 22 h.
- c) Đúng.
- d) Sai. Độ chênh lệch nhiệt độ trong ngày là 8 °C.



**Câu 2.** Bảng dưới đây ghi tên các loại nhiệt kế và thang đo của chúng

Loại nhiệt kế	Thang nhiệt độ
Thuỷ ngân	Từ -10 °C đến 110 °C
Rượu	Từ -30 °C đến 60 °C
Kim loại	Từ 0 °C đến 400 °C
Điện tử	Từ 34 °C đến 42 °C

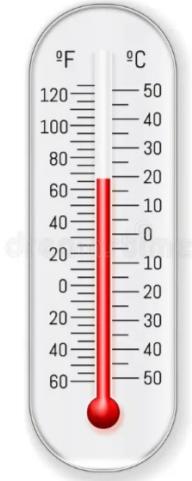
- a) Dùng nhiệt kế kim loại để đo nhiệt độ nước sôi.
- b) Dùng nhiệt kế điện tử để đo nhiệt độ cơ thể người.
- c) Dùng nhiệt kế thuỷ ngân để đo nhiệt độ không khí trong phòng.

d) Dùng nhiệt kế rượu để đo nhiệt độ bề mặt bàn là.

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai.

**Câu 3.** Hình bên là một nhiệt kế rượu.



- a) Giới hạn đo của nhiệt kế là  $120^{\circ}\text{C}$ .
- b) Độ chia nhỏ nhất của nhiệt kế là  $5^{\circ}\text{C}$ .
- c) Nhiệt độ hiện tại trên nhiệt kế là  $19^{\circ}\text{C}$ .
- d) Có thể dùng nhiệt kế để xác định nhiệt độ của nước sôi.

**Lời giải.**

- a) Sai. Giới hạn đo của nhiệt kế là  $50^{\circ}\text{C}$ .
- b) Đúng.
- c) Sai. Độ chia nhỏ nhất của nhiệt kế là  $5^{\circ}\text{C}$  nên không thể đọc được giá trị  $19^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ hiện tại có thể đọc từ nhiệt kế là  $20^{\circ}\text{C}$ .
- d) Sai. Giới hạn đo của nhiệt kế nhỏ hơn nhiệt độ nước sôi.

## E BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Theo dự báo thời tiết ngày 17/04/2024 thì nhiệt độ trung bình ngày - đêm trong ngày hôm đó tại Thành phố Hồ Chí Minh là  $35^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ . Sự chênh lệch nhiệt độ này trong thang đo Kelvin là bao nhiêu K?

**Lời giải.**

$$\Delta T = 10 \text{ K.}$$

**Câu 2.** Thế giới từng ghi nhận sự thay đổi nhiệt độ rất lớn diễn ra ở Spearfish, South Dakota vào ngày 22/01/1943. Lúc 7h30 sáng, nhiệt độ ngoài trời là  $-20^{\circ}\text{C}$ . Hai phút sau, nhiệt độ ngoài trời tăng lên đến  $7,2^{\circ}\text{C}$ . Xác định độ tăng nhiệt độ trung bình trong 2 phút đó theo đơn vị Kelvin/giây.

**Lời giải.**

$$\frac{\Delta T}{t} = \frac{27,2 \text{ K}}{120 \text{ s}} \approx 0,23 \text{ K/s.}$$

**Câu 3.** Ở  $20^{\circ}\text{C}$  một thanh nhôm dài 12 m. Tính nhiệt độ cần thiết để chiều dài thanh nhôm là 12,01 m. Biết rằng khi nhiệt độ tăng thêm  $1^{\circ}\text{C}$  thì thanh nhôm dài thêm  $2,3 \cdot 10^{-5}$  chiều dài ban đầu.

**Lời giải.**

$$\Delta\ell = \alpha\ell_0\Delta t$$

với  $\alpha = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta \ell}{\alpha \ell_0} = 36,23^\circ\text{C}.$$

Vậy nhiệt độ cần thiết để thanh nhôm dài 12,01 m là  $56,23^\circ\text{C}$ . □

**Câu 4.** Một nhiệt kế thể tích không đổi hiển thị nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  và  $100^\circ\text{C}$  với các áp suất  $60 \text{ cmHg}$  và  $120 \text{ cmHg}$ . Biết nhiệt độ đọc được là hàm bậc nhất của áp suất. Khi áp suất thuỷ ngân là  $90 \text{ cmHg}$  thì nhiệt độ đọc được bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Ta có:

$$t = a \cdot p + b \Rightarrow \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} = \frac{p - p_1}{p_2 - p_1}.$$

Thay  $p = 90 \text{ cmHg}$ ;  $t_1 = 0^\circ\text{C}$ ;  $t_2 = 100^\circ\text{C}$ ;  $p_1 = 60 \text{ cmHg}$ ;  $p_2 = 120 \text{ cmHg}$ , ta thu được:  $t = 50^\circ\text{C}$ . □

**Bài 3****NỘI NĂNG - ĐỊNH LUẬT I NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC****LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM****1 Nội năng****1.1. Khái niệm nội năng**

Nội năng của một vật là tổng động năng và thế năng tương tác của các phân tử cấu tạo nên vật. Nội năng của vật phụ thuộc vào nhiệt độ  $T$  và thể tích  $V$  của vật:

$$U = f(T, V).$$

Dơn vị của nội năng trong hệ SI là joule (J).

**1.2. Mối liên hệ giữa nội năng và năng lượng của các phân tử cấu tạo nên vật**

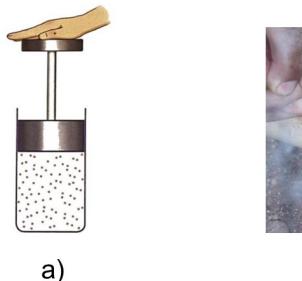
Khi năng lượng của các phân tử cấu tạo nên vật tăng thì nội năng của vật tăng và ngược lại.

**2 Các cách làm thay đổi nội năng****2.1. Thực hiện công**

Quá trình thực hiện công làm cho nội năng của hệ thay đổi, hệ nhận công thì nội năng của hệ tăng, hệ thực hiện công cho vật khác thì nội năng giảm.

**Ví dụ 1:** Dùng tay ấn mạnh và nhanh piston của một cylanh chứa khí, thể tích khí trong cylanh giảm xuống (thế năng tương tác giữa các phân tử khí tăng), đồng thời khí nóng lên (động năng chuyển động nhiệt của các phân tử khí tăng). Do đó, nội năng của khí tăng.

**Ví dụ 2:** Chà xát hai thanh gỗ với nhau, bề mặt tiếp xúc của hai thanh gỗ nóng dần lên. Nội năng của thanh gỗ tăng.



a)

b)

Hình 1.9: a) Nén khối khí trong cylanh; b) Chà xát hai thanh gỗ với nhau

**2.2. Truyền nhiệt**

Quá trình làm thay đổi nội năng của vật bằng cách cho nó tiếp xúc với vật khác khi có sự chênh lệch nhiệt độ giữa chúng gọi là sự truyền nhiệt.

**Ví dụ:** Miếng sắt sau khi tôi luyện được thả vào chậu nước để làm nguội đi. Khi đó, nước nhận nhiệt lượng từ miếng sắt nên nội năng tăng (nhiệt độ tăng) và miếng sắt truyền nhiệt lượng cho nước nên nội năng giảm (nhiệt độ giảm).



Hình 1.10: Miếng sắt nung được thả vào chậu nước

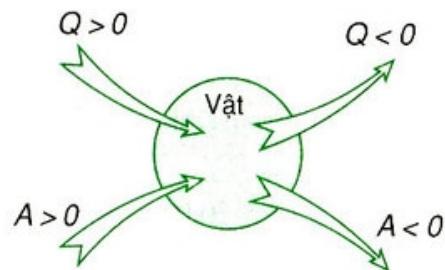
### 3 Định luật I nhiệt động lực học

Dộ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận được:

$$\Delta U = A + Q \quad (1.4)$$

Trong đó:

- $\Delta U$ : độ biến thiên nội năng của hệ, đơn vị trong hệ SI là joule (J);
- $A$ : công mà hệ nhận/thực hiện, đơn vị trong hệ SI là joule (J);
  - +  $A > 0$ : hệ nhận công;
  - +  $A < 0$ : hệ thực hiện công.
- $Q$ : nhiệt lượng hệ trao đổi với bên ngoài, đơn vị trong hệ SI là joule (J);
  - +  $Q > 0$ : hệ nhận nhiệt lượng;
  - +  $Q < 0$ : hệ truyền nhiệt lượng.



Hình 1.11: Quy ước về dấu của  $Q$  và  $A$

B

### VÍ DỤ MINH HOA

#### ► Dạng 1. Trình bày được các cách làm thay đổi nội năng

❖ **Ví dụ 1.** Dựa vào mô hình động học phân tử, hãy giải thích hiện tượng quả bóng bàn bị móp (nhưng chưa bị thủng) khi thả vào cốc nước nóng sẽ phồng trở lại.



Hình 1.12: a) Quả bóng bàn ban đầu bị móp; b) Quả bóng sau khi được ngâm vào cốc nước nóng

### ☞ Lời giải.

Khi thả quả bóng bi m López vào nước nóng, nhiệt độ khí trong quả bóng tăng làm các phân tử khí chuyển động nhanh hơn nên va chạm với thành bóng nhiều hơn và mạnh hơn. Khi đó, áp suất khí trong quả bóng tăng lên và tạo ra lực đẩy đủ lớn làm vỏ cao su của quả bóng phồng trở lại

**⇒ Ví dụ 2.** Vì sao pha nước chanh bằng nước ấm thì đường sô tan nhanh hơn khi pha bằng nước lạnh? Em còn cách làm nào khác để đường tan nhanh hơn không? Hãy đưa ra lời giải thích cho cách làm của em.

### ☞ Lời giải.

Khi nhiệt độ càng cao thì động năng chuyển động nhiệt của các phân tử nước và phân tử đường càng lớn. Do đó, các phân tử đường dễ dàng hòa tan vào nước.

Để đường tan nhanh vào nước ta có thể khuấy mạnh vào nước. Khi đó, hệ nước và đường nhận công nén động năng chuyển động của các phân tử đường và nước tăng. Các phân tử đường dễ hòa tan vào nước

## ► Dạng 2. Vận dụng định luật I nhiệt động lực học

**⇒ Ví dụ 1.** Giả sử cung cấp cho hệ nhiệt động một công là 200 J nhưng nhiệt lượng mà hệ bị thất thoát ra ngoài môi trường là 120 J. Hỏi nội năng của hệ tăng hay giảm bao nhiêu?

### ☞ Lời giải.

Hệ nhận công nén  $A > 0 \Rightarrow A = 200$  J.

Hệ toả nhiệt ra ngoài môi trường  $Q < 0 \Rightarrow Q = -120$  J.

Độ biến thiên nội năng của hệ:

$$\Delta U = Q + A = 80 \text{ J}.$$

Vậy nội năng của hệ tăng 80 J.

**⇒ Ví dụ 2.** Cung cấp nhiệt lượng 1,5 J cho một khối khí trong một cylanh đặt nằm ngang. Chất khí nở ra, đẩy piston đi một đoạn 5 cm. Biết lực ma sát giữa piston và cylanh có độ lớn là 20 N, coi piston chuyển động thẳng đều. Tính

- a) Công của khối khí thực hiện.
- b) Độ biến thiên nội năng của khối khí.

### ☞ Lời giải.

a) Do piston chuyển động thẳng đều nên lực đẩy  $\vec{F}$  của khối khí tác dụng lên piston cân bằng với lực ma sát giữa piston và cylanh.

Độ lớn công của khối khí thực hiện là:

$$A' = F \cdot d = F_{\text{ms}} \cdot d = (20 \text{ N}) \cdot (0,05 \text{ m}) = 1 \text{ J}.$$

b) Vì khối khí thực hiện công nén  $A < 0$ :  $A = -A' = -1 \text{ J}$ .

Khối khí nhận nhiệt nên  $Q > 0 \Rightarrow Q = 1,5 \text{ J}$ .

Độ biến thiên nội năng của khối khí:

$$\Delta U = Q + A = 1,5 \text{ J} - 1 \text{ J} = 0,5 \text{ J}.$$

Vậy nội năng của khối khí tăng 0,5 J.

**⇒ Ví dụ 3.** Khi truyền nhiệt lượng  $Q$  cho khối khí trong một cylanh hình trụ thì khí dãn nở đẩy piston làm thể tích của khối khí tăng thêm 7 lít. Biết áp suất của khối khí là  $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  và không đổi trong quá trình khí dãn nở. Tính

- a) Công mà khối khí thực hiện.
- b) Nhiệt lượng cung cấp cho khối khí. Biết rằng trong quá trình này, nội năng của khối khí giảm 1100 J.

### ☞ Lời giải.

a) Độ lớn công khối khí thực hiện:

$$A' = F \cdot d = p \cdot S \cdot d = p \cdot \Delta V = (3 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \cdot (7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) = 2100 \text{ J}.$$

b) Vì khối khí thực hiện công nên  $A < 0$ :  $A = -A' = -2100 \text{ J}$ .

Nội năng của khí giảm nên  $\Delta U < 0 \Rightarrow \Delta U = -1100 \text{ J}$ .

Áp dụng định luật I nhiệt động lực học, nhiệt lượng cần cung cấp cho khói khí:

$$Q = \Delta U - A = -1100 \text{ J} + 2100 \text{ J} = 1000 \text{ J}.$$



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Khi nhiệt độ của vật tăng lên thì

- (A) động năng của các phân tử cấu tạo nên vật tăng.
- (B) động năng của các phân tử cấu tạo nên vật giảm.
- (C) nội năng của vật tăng.
- (D) thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật tăng.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 2.** Nội năng của một hệ là

- (A) tổng động năng chuyển động nhiệt và thế năng tương tác giữa các phân tử cấu tạo nên hệ.
- (B) tổng của động năng và thế năng của hệ.
- (C) tổng động năng chuyển động của các phân tử cấu tạo nên hệ.
- (D) tổng động lượng chuyển động hỗn loạn và thế năng tương tác giữa các phân tử cấu tạo nên hệ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 3.** Nội năng của một hệ phụ thuộc vào

- (A) nhiệt độ của hệ.
- (B) thể tích của hệ.
- (C) nhiệt độ và thể tích của hệ.
- (D) nhiệt độ, thể tích và khối lượng của hệ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)

**Câu 4.** Cách làm thay đổi nội năng của hệ bằng hình thức thực hiện công là

- (A) bỏ thỏi sắt vào nước nóng.
- (B) chà sát miếng kim loại bằng giấy nhám.
- (C) đưa một thỏi sắt lên cao.
- (D) hơ thỏi sắt bằng đèn cồn.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 5.** Khi ấn piston để nén khí trong một cylanh thì

- (A) kích thước mỗi phân tử khí giảm.
- (B) khoảng cách giữa các phân tử khí giảm.
- (C) khối lượng mỗi phân tử khí giảm.
- (D) số phân tử khí giảm.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 6.** Định luật I của nhiệt động lực học là vận dụng định luật nào sau đây?

- (A) Định luật bảo toàn động lượng.
- (B) Định luật bảo toàn cơ năng.
- (C) Định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng.
- (D) Các định luật Newton về chuyển động.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)

**Câu 7.** Khi nói về nội dung của định luật I nhiệt động lực học, phát biểu nào sau đây là sai?

- (A) Vật nhận nhiệt, nội năng của vật tăng.
- (B) Vật truyền nhiệt, nội năng của vật giảm.
- (C) Độ biến thiên nội năng của vật bằng tổng công và nhiệt lượng mà vật nhận được.
- (D) Độ biến thiên nội năng của vật bằng hiệu giữa công và nhiệt lượng mà vật nhận được.

**Lời giải.**Chọn đáp án **D****Câu 8.** Hệ thức  $\Delta U = Q + A$  khi  $Q > 0$  và  $A < 0$  mô tả quá trình

- (A)** hệ truyền nhiệt và sinh công.  
**(B)** hệ nhận nhiệt và sinh công.  
**(C)** hệ truyền nhiệt và nhận công.  
**(D)** hệ nhận nhiệt và nhận công.

**Lời giải.**Chọn đáp án **B****Câu 9.** Dùng tay nén piston và đồng thời nung nóng khối khí trong cylanh. Xác định dấu của  $Q$  và  $A$  của khối khí trong biểu thức của định luật I nhiệt động lực học  $\Delta U = Q + A$ .

- (A)**  $A > 0; Q > 0$ .  
**(B)**  $A < 0; Q > 0$ .  
**(C)**  $A > 0; Q < 0$ .  
**(D)**  $A < 0; Q < 0$ .

**Lời giải.**Chọn đáp án **A****Câu 10.** Chọn phát biểu **đúng nhất**.

- (A)** Động cơ nhiệt là động cơ trong đó toàn bộ phần năng lượng của nhiên liệu bị đốt cháy chuyển hóa thành cơ năng.  
**(B)** Động cơ nhiệt là động cơ trong đó một phần năng lượng của nhiên liệu bị đốt cháy chuyển hóa thành nhiệt năng.  
**(C)** Động cơ nhiệt là động cơ trong đó một phần năng lượng của nhiên liệu bị đốt cháy chuyển hóa thành cơ năng.  
**(D)** Động cơ nhiệt là động cơ trong đó toàn bộ năng lượng của nhiên liệu bị đốt cháy chuyển hóa thành nhiệt năng.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C****Câu 11.** Khi thả một thỏi kim loại đã được nung nóng vào một chậu nước lạnh thì nội năng của thỏi kim loại và của nước thay đổi như thế nào?

- (A)** Nội năng của thỏi kim loại và của nước đều tăng.  
**(B)** Nội năng của thỏi kim loại và của nước đều giảm.  
**(C)** Nội năng của thỏi kim loại giảm, nội năng của nước tăng.  
**(D)** Nội năng của thỏi kim loại tăng, nội năng của nước giảm.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C****Câu 12.** Khi ôtô đóng kín cửa để ngoài trời nắng nóng, nhiệt độ không khí trong xe tăng rất cao so với nhiệt độ bên ngoài, làm giảm tuổi thọ các thiết bị trong xe. Nguyên nhân gây ra sự tăng nhiệt độ này là do thể tích khối khí trong ôtô

- (A)** thay đổi nên nhiệt lượng mà khối khí trong ôtô nhận được chủ yếu làm tăng nội năng của khối khí.  
**(B)** không đổi nên nhiệt lượng mà khối khí trong ôtô nhận được chủ yếu làm giảm nội năng của khối khí.  
**(C)** thay đổi nên nhiệt lượng mà khối khí trong ôtô nhận được chủ yếu làm tăng nội năng của khối khí.  
**(D)** không đổi nên nhiệt lượng mà khối khí trong ôtô nhận được chủ yếu làm tăng nội năng của khối khí.

**Lời giải.****Câu 13.** Người ta thực hiện công 100 J để nén khí trong một cylanh. Biết trong quá trình nén, khí truyền ra ngoài môi trường nhiệt lượng 20 J. Độ biến thiên nội năng của khí là

- (A)** 80 J.  
**(B)** -80 J.  
**(C)** 120 J.  
**(D)** 60 J.

**Lời giải.**Khí nhận công nên  $A > 0 \Rightarrow A = 100$  J, khí toả nhiệt ra ngoài nên  $Q < 0 \Rightarrow Q = -20$  J.

Độ biến thiên nội năng của khí:

$$\Delta U = Q + A = 80 \text{ J.}$$

Chọn đáp án **A**

**Câu 14.** Khi truyền nhiệt lượng  $6 \cdot 10^6$  J cho khí trong một cylanh hình trụ thì khí nở ra đẩy piston lên làm thê tích của khí tăng thêm  $0,50 \text{ m}^3$ . Biết áp suất của khí là  $8 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$  và coi áp suất này không đổi trong quá trình khí thực hiện công. Độ biến thiên nội năng của khí là

- (A)  $3 \cdot 10^6 \text{ J}$ . (B)  $1,5 \cdot 10^6 \text{ J}$ . (C)  $2 \cdot 10^6 \text{ J}$ . (D)  $3,5 \cdot 10^6 \text{ J}$ .

**Lời giải.**

Công do khí thực hiện:

$$A' = F\Delta x = pS\Delta x = p\Delta V = 4 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

Vì khí thực hiện công nên  $A < 0 \Rightarrow A = -A' = -4 \cdot 10^6 \text{ J}$ .

Độ biến thiên nội năng của khí:

$$\Delta U = Q + A = 2 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

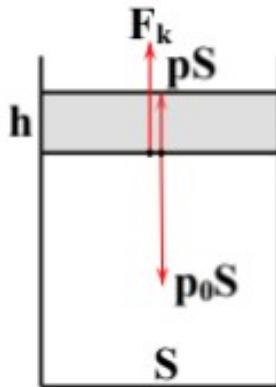
Chọn đáp án (C)



**Câu 15.** Một khối khí chứa trong một cylanh đặt thẳng đứng, miệng cylanh được đậy kín bằng một piston nhẹ có tiết diện  $10 \text{ cm}^2$ , có thể dịch chuyển không ma sát trong cylanh. Người ta kéo đều piston lên cao một đoạn  $10 \text{ cm}$ . Biết nhiệt độ khối khí không đổi, áp suất khí quyển bằng  $101325 \text{ Pa}$  và công do khối khí sinh ra trong quá trình này là  $7,5 \text{ J}$ . Công cần thực hiện để kéo piston là

- (A)  $2,31 \text{ J}$ . (B)  $2,63 \text{ J}$ . (C)  $17,63 \text{ J}$ . (D)  $7,5 \text{ J}$ .

**Lời giải.**



Piston được nâng lên đều nén:

$$F_k = (p_0 - p)S.$$

Công cần thực hiện:

$$A = F_k\Delta h = (p_0 - p)S\Delta h = p_0S\Delta h - A_{khí} = 2,6325 \text{ J}.$$

Chọn đáp án (B)



## D TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

**Câu 1.** Trong quá trình nóng chảy của vật rắn

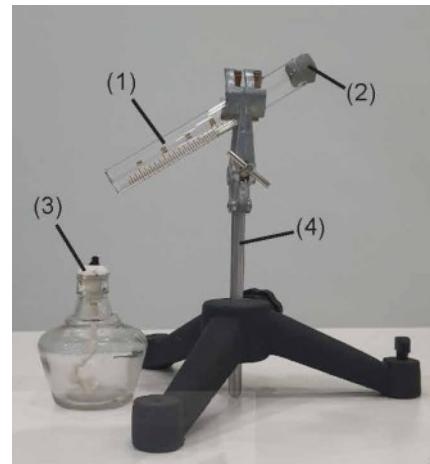
- a) Nhiệt được truyền vào vật rắn để làm tăng nhiệt độ của nó.
- b) Động năng trung bình của các phân tử trong vật rắn giảm đi.
- c) Nội năng của vật rắn không thay đổi.
- d) Tại nhiệt độ nóng chảy, nội năng không thay đổi.

**Lời giải.**

- a) Dúng.
- b) Sai. Động năng trung bình của các phân tử trong vật rắn tăng lên.
- c) Sai. Nội năng của vật rắn thay đổi.
- d) Dúng. Nội năng không thay đổi tại nhiệt độ nóng chảy, vì năng lượng được sử dụng để làm tan chảy các liên kết giữa các phân tử mà không làm thay đổi nhiệt độ.



**Câu 2.** Bố trí thí nghiệm như hình bên. Dùng đèn cồn đun nóng ống nghiệm cho đến khi nút bắc bật ra.

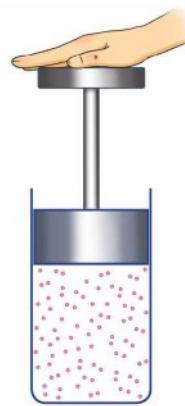


- a) Khi nút chưa bị bật ra, nội năng của không khí trong ống nghiệm không thay đổi.
- b) Nội năng của không khí trong ống nghiệm tăng không chỉ do động năng chuyển động nhiệt của các phân tử khí tăng mà còn do thế năng tương tác giữa chúng tăng.
- c) Nút bắc bị ra là kết quả của áp suất bên trong ống nghiệm giảm đi.
- d) Quá trình nút bắc bật ra ngoài thì khí trong ống đang thực hiện công.

**Lời giải.**

- a) Sai. Nội năng khí trong ống tăng do nhận nhiệt.
- b) Sai. Thế năng tương tác giữa các phân tử phụ thuộc khoảng cách giữa các phân tử, không phụ thuộc vào nhiệt độ.
- c) Sai. Nút bắc bị ra là kết quả của áp suất bên trong ống nghiệm tăng lên.
- d) Đúng.

**Câu 3.** Khối khí được chứa trong cylanh, bên trên được nút kín bằng piston cách nhiệt như hình bên dưới. Dùng tay ấn mạnh piston đồng thời nung nóng bên dưới cylanh bằng ngọn lửa đèn cồn.

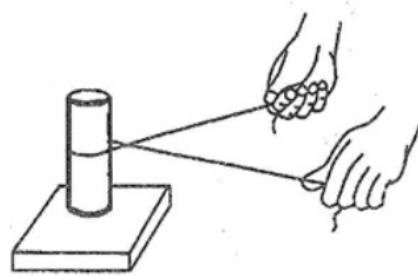


- a)  $A > 0$  vì khí nhận công (khí bị nén).
- b)  $Q < 0$  vì khí bị nung nóng.
- c) Nội năng của khí trong cylanh tăng.
- d) Động năng chuyển động nhiệt của các phân tử khí giảm.

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Sai. Khí nhận nhiệt nên  $Q > 0$ .
- c) Đúng.
- d) Sai. Động năng chuyển động nhiệt của các phân tử khí tăng.

**Câu 4.** Khi kéo dài sợi dây cuốn quanh một ống nhôm đựng nước nút kín, người ta thấy nước trong ống nóng lên rồi sôi, hơi nước đầy nút bật ra cùng một lớp hơi nước trắng do các hạt nước rất nhỏ tạo thành.



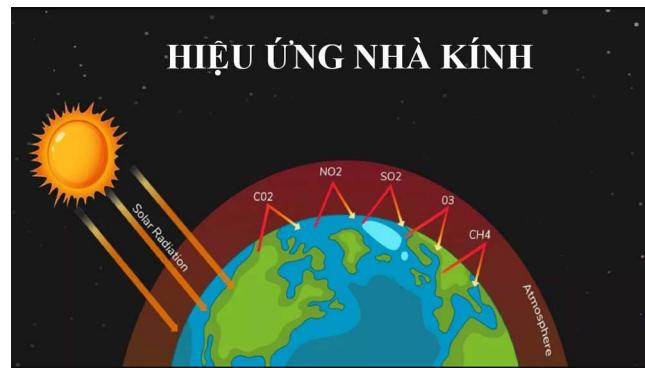
- a) Ống nhôm nóng lên (nội năng ống nhôm tăng) do nhận công.  
 b) Có sự truyền nhiệt từ ống nhôm vào nước, làm cho nước nóng lên và hoá hơi.  
 c) Quá trình hơi nước làm bật nút là quá trình hơi nước thực hiện công.  
 d) Nếu thay nước bằng rượu thì nút sẽ lâu bật ra hơn.

**Lời giải.**

- a) Đúng.  
 b) Đúng.  
 c) Đúng.  
 d) Sai. Nhiệt độ sôi của rượu thấp hơn nước nên rượu dễ hoá hơi hơn. Quá trình làm nút bật ra sẽ diễn ra nhanh hơn.

□

**Câu 5.** Hằng ngày, Mặt Trời truyền về Trái Đất dưới hình thức bức xạ nhiệt một lượng năng lượng khổng lồ, lớn gấp khoảng 20 000 lần tổng năng lượng mà con người sử dụng.



Trái Đất hấp thụ một phần năng lượng này, đồng thời phản xạ lại một phần dưới hình thức bức xạ nhiệt của Trái Đất. Bầu khí quyển bao quanh Trái Đất có tác dụng giống như một nhà lợp kính, giữ lại bức xạ nhiệt của Trái Đất làm cho bề mặt của Trái Đất và không khí bao quanh Trái Đất bị nóng lên. Do sự tương tự đó mà hiệu ứng này của bầu khí quyển được gọi là hiệu ứng nhà kính khí quyển, gọi tắt là hiệu ứng nhà kính.

Trong khí quyển thì khí carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) đóng vai trò chủ yếu trong việc gây ra hiệu ứng nhà kính. Hiệu ứng nhà kính vừa có thể có ích vừa có thể có hại. Hiện nay, người ta đang cố gắng làm giảm hiệu ứng nhà kính để ngăn không cho nhiệt độ trên Trái Đất tăng lên quá nhanh, làm đe doạ cuộc sống của con người và các sinh vật khác trên hành tinh này.

Nhận định các phát biểu sau đây:

- a) Khí nhà kính có vai trò giữ cho nhiệt độ trên Trái Đất không quá lạnh.  
 b) Tăng sử dụng động cơ đốt trong có thể làm giảm hiệu ứng nhà kính.  
 c) Một phần nguyên nhân của nước biển dâng là do nhiệt độ trên Trái Đất tăng làm cho nước biển bốc hơi nhiều và gây ra mưa nhiều.  
 d) Hiệu ứng nhà kính giúp điều hòa nhiệt độ trên Trái Đất, giúp giảm hạn hán và lũ lụt, giảm băng tan trên địa cực và nước biển dâng cao.

**Lời giải.**

- a) Đúng.  
 b) Sai.  
 c) Sai.  
 d) Sai.

□



## BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Khi đang đóng đinh vào gỗ, mõm đinh có nóng lên nhưng rất ít. Khi đinh đã đóng chắc vào gỗ rồi (không lún thêm được nữa), chỉ cần đóng thêm vài nhát búa là mõm đinh nóng lên rất nhiều. Hãy giải thích?

**Lời giải.**

Khi đang đóng đinh, công thực hiện chuyển thành động năng cho đinh và nội năng cho đinh và búa. Nhưng khi đinh đã được đóng chặt vào gỗ, công thực hiện chỉ chuyển thành nội năng, do đó làm đinh nóng lên nhanh hơn.



**Câu 2.**

Hiện nay, kính cường lực (kính chịu lực rất tốt) thường được sử dụng để làm một phần tường của các toà nhà, trung tâm thương mại, ... thay thế vật liệu gạch, bê tông.

Tuy nhiên, vào những ngày nắng nóng, nếu bước vào những căn phòng có tường làm bằng kính cường lực bị đóng kín, ta thường thấy không khí trong phòng nóng hơn so với bên ngoài.



- Tại sao không khí trong phòng nóng hơn so với không khí ngoài trời?
- Hãy đề xuất các biện pháp đơn giản để làm giảm sự tăng nhiệt của không khí trong phòng vào những ngày hè.

**Lời giải.**

a) Vào mùa hè, do mặt trời chiếu sáng, không khí trong phòng nhận nhiệt lượng ( $Q > 0$ ). Do phòng đóng kín nên thể tích khí không đổi, khối khí không sinh công ( $A = 0$ ). Theo định luật I nhiệt động lực học:  $\Delta U = Q + A > 0$ , nên nội năng của khối khí tăng, làm nhiệt độ không khí trong phòng tăng. Do đó, không khí trong phòng nóng hơn ngoài trời.

b) Biện pháp đơn giản làm giảm sự tăng nhiệt độ của không khí trong phòng:

Mở cửa để không khí đối lưu với bên ngoài, từ đó làm giảm nhiệt độ phòng giảm xuống.

Lắp rèm cửa: Rèm thường bằng vải dày chuyên dụng, màu sẫm, bề mặt lượn sóng. Khi ánh sáng mặt trời đi qua rèm nó vừa bị phản xạ (do bề mặt, do chất liệu vải), vừa bị hấp thụ (do màu sắc, độ dày của vải). Bên cạnh đó, giữa rèm và mặt kính có một khoảng ngăn cách, lớp không khí này có khả năng ngăn một phần sự truyền nhiệt từ bên ngoài vào phòng (do không khí dẫn nhiệt kém). Các yếu tố trên làm hạn chế khả năng truyền nhiệt trực tiếp từ Mặt Trời vào sâu bên trong phòng, làm nhiệt độ trong phòng tăng chậm hơn.

Dán tấm phim cách nhiệt: Phim cách nhiệt thường có cấu tạo đặc biệt (từ nhiều lớp polyester và chống ánh sáng tử ngoại), nên khi ánh sáng mặt trời chiếu vào, tấm phim cách nhiệt vừa có tác dụng phản xạ (chủ yếu với ánh sáng hồng ngoại), vừa có tác dụng hấp thụ ánh sáng (chủ yếu với ánh sáng tử ngoại) và truyền qua với các ánh sáng dịu với mắt.



**Câu 3.** Thực hiện công  $150\text{ J}$  để nén khí trong một cylanh thì khí truyền ra môi trường xung quanh nhiệt lượng  $30\text{ J}$ . Xác định độ thay đổi nội năng của khí trong cylanh.

**Lời giải.**

Khí nhận công nên  $A > 0 \Rightarrow A = 150\text{ J}$ , khí truyền nhiệt nên  $Q < 0 \Rightarrow Q = -30\text{ J}$ .

Độ biến thiên nội năng của khí:

$$\Delta U = Q + A = 120\text{ J}.$$



**Câu 4.** Giả sử một người đang thực hiện bài vận động vất vả chẳng hạn như nâng tạ hoặc đạp xe. Cơ thể đang thực hiện công và đồng thời nhiệt lượng thoát ra ngoài qua lỗ chân lông vào không khí xung quanh. Theo định luật I nhiệt động lực học, nhiệt độ cơ thể sẽ giảm dần trong quá trình tập luyện. Tuy nhiên, điều đó lại không xảy ra. Như vậy, có phải định luật I nhiệt động lực học không đúng trong trường hợp này phải không? Hãy giải thích.

**Lời giải.**

Trong quá trình vận động cơ thể con người thực hiện công và tỏa nhiệt ra ngoài môi trường nhưng trong cơ thể người luôn có năng lượng dự trữ để cung cấp năng cho các hoạt động của cơ thể. Năng lượng dự trữ này có được

do các quá trình biến đổi chất dinh dưỡng từ thức ăn. Vì vậy, cơ thể luôn được duy trì ở nhiệt độ ổn định và định luật I nhiệt động lực học trong trường hợp này vẫn được nghiệm đúng.

**Câu 5.** Một quả bóng khói lượng 200 g rơi từ độ cao 15 m xuống sân và nảy lên được 10 m. Độ biến thiên nội năng của quả bóng là bao nhiêu? Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**Lời giải.**

Độ biến thiên nội năng của quả bóng:

$$\Delta U = mg(h - h') = 10 \text{ J.}$$

**Câu 6.** Một vật khối lượng 1 kg trượt không vận tốc đầu từ đỉnh xuống chân một mặt phẳng dài 21 m, nghiêng  $30^\circ$  so với mặt nằm ngang. Tốc độ của vật ở chân mặt phẳng nghiêng là  $4,1 \text{ m/s}$ . Tính công của lực ma sát và độ biến thiên nội năng của vật trong quá trình chuyển động trên. Lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với mặt phẳng nghiêng.

**Lời giải.**

Công của lực ma sát:

$$A_{\text{ms}} = W_s - W_t = mgh_s + \frac{1}{2}mv_s^2 - mgh_t - \frac{1}{2}mv_t^2 = \frac{1}{2}mv_s^2 - mgl \sin 30^\circ \approx -94,5 \text{ J.}$$

Độ biến thiên nội năng của vật trong quá trình chuyển động bằng công của lực ma sát:

$$\Delta U = 94,5 \text{ J.}$$



# NHIỆT DUNG RIÊNG

A

## LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

### 1 Nhiệt dung riêng

Nhiệt dung riêng của một chất là nhiệt lượng cần cung cấp để nhiệt độ của 1 kg chất đó tăng thêm 1 K.

Đơn vị đo của nhiệt dung riêng trong hệ SI là  $J/(kg \cdot K)$ , nhiệt dung riêng kí hiệu là  $c$ .

### 2 Nhiệt lượng trao đổi để khôi chất thay đổi nhiệt độ

Nhiệt lượng trao đổi (toả ra hay nhận vào) để khôi chất thay đổi nhiệt độ từ  $T_1$  đến nhiệt độ  $T_2$ :

$$Q = mc\Delta T$$

với:

- $Q$ : nhiệt lượng trao đổi, đơn vị trong hệ SI là  $J$ ;
- $m$ : khối lượng, đơn vị trong hệ SI là  $kg$ ;
- $c$ : nhiệt dung riêng của chất tạo nên vật, đơn vị trong hệ SI là  $J/(kg \cdot K)$ ;
- $\Delta T = T_2 - T_1$ : độ biến thiên nhiệt độ, đơn vị trong hệ SI là  $K$ .

### 3 Trạng thái cân bằng nhiệt của hệ nhiệt động

Hệ nhiệt động đạt trạng thái cân bằng nhiệt khi tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0.$$

B

## VÍ DỤ MINH HỌA

### Dạng 1. Xác định nhiệt lượng trao đổi để khôi chất thay đổi nhiệt độ

**Ví dụ 1.** Hãy giải thích tại sao ban ngày có gió mát thổi từ biển vào đất liền? Biết rằng nhiệt dung riêng của đất và nước vào khoảng  $800 J/(kg \cdot K)$  và  $4200 J/(kg \cdot K)$ .

#### Lời giải.

Vào ban ngày, vì nhiệt dung riêng của nước cao hơn nhiệt dung riêng của đất nên với cùng nhiệt lượng nhận từ Mặt Trời thì nước biển có độ tăng nhiệt độ thấp hơn đất liền. Do hiện tượng đối lưu, luồng không khí từ biển sẽ thổi vào đất liền. Lúc này có sự trao đổi nhiệt lượng giữa không khí trong đất liền và không khí từ biển thổi vào làm giảm nhiệt độ không khí ở đất liền. Do đó, chúng ta sẽ cảm thấy mát hơn

**Ví dụ 2.** Một thùng đựng  $20\ell$  nước ở nhiệt độ  $20^\circ C$ . Cho khối lượng riêng của nước là  $1000 kg \cdot m^{-3}$ , nhiệt dung riêng của nước  $c = 4200 J/(kg \cdot K)$ .

- Tính nhiệt lượng cần truyền cho nước trong thùng để nhiệt độ của nó tăng lên tới  $70^\circ C$ .
- Tính thời gian truyền nhiệt lượng cần thiết nếu dùng một thiết bị điện có công suất  $2,5 kW$  để đun lượng nước trên. Biết chỉ có  $80\%$  điện năng tiêu thụ được dùng để làm nóng nước.

#### Lời giải.

a) Khối lượng của  $20\ell$  nước:

$$m = \rho V = (1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}) \cdot (20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) = 20 \text{ kg.}$$

Nhiệt lượng cần truyền cho nước trong thùng để nhiệt độ của nó tăng lên tới  $70^\circ\text{C}$ :

$$Q = mc\Delta t = (20 \text{ kg}) \cdot [4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (50 \text{ K}) = 42 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

b) Năng lượng thiết bị điện tiêu thụ để truyền được nhiệt lượng cần thiết đun nóng nước đến  $70^\circ\text{C}$ :

$$W = \frac{Q}{H} = \frac{52,5 \cdot 10^5 \text{ J}}{2,5 \cdot 10^3 \text{ W}} = 2100 \text{ s} = 35 \text{ min.}$$

Thời gian đun nước:

$$t = \frac{W}{\mathcal{P}} = \frac{52,5 \cdot 10^5 \text{ J}}{2,5 \cdot 10^3 \text{ W}} = 2100 \text{ s} = 35 \text{ min.}$$

## ☞ **Dạng 2. Vận dụng phương trình cân bằng nhiệt**

**Ví dụ 1.** Một bát thợ rèn nhúng một con dao rựa bằng thép có khối lượng  $1,1 \text{ kg}$  ở nhiệt độ  $850^\circ\text{C}$  vào trong bể nước lạnh để làm tăng độ cứng của lưỡi dao. Nước trong bể có thể tích  $200\ell$  và có nhiệt độ bằng nhiệt độ ngoài trời là  $27^\circ\text{C}$ . Xác định nhiệt độ của nước khi có sự cân bằng nhiệt. Bỏ qua sự truyền nhiệt cho thành bể, môi trường bên ngoài và bỏ qua quá trình nước hoá hơi khi vừa tiếp xúc với rựa. Biết nhiệt dung riêng của thép là  $460 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ; của nước là  $4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

### ☞ **Lời giải.**

Gọi  $t_{cb}$  là nhiệt độ của nước khi có sự cân bằng nhiệt.

Hệ đạt trạng thái cân bằng nhiệt khi tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} Q_{\text{rựa}} + Q_{\text{nước}} &= 0 \\ \Leftrightarrow m_t c_t (t_{cb} - t_t) + m_n c_n (t_{cb} - t_n) &= 0 \\ \Rightarrow t_{cb} &= \frac{m_n c_n t_n + m_t c_t t_t}{m_n c_n + m_t c_t} \approx 27,5^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

**Ví dụ 2.** Một bình nhiệt lượng kế bằng nhôm có khối lượng  $m_1 = 200 \text{ g}$  chứa  $m_2 = 400 \text{ g}$  nước ở nhiệt độ  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ . Đổ thêm vào bình một khối lượng nước  $m$  ở nhiệt độ  $t_2 = 5^\circ\text{C}$ . Khi cân bằng nhiệt thì nhiệt độ của nước trong bình là  $t = 10^\circ\text{C}$ . Cho biết nhiệt dung riêng của nhôm là  $c_1 = 880 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , của nước là  $c_2 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường. Xác định giá trị của  $m$ .

### ☞ **Lời giải.**

Khi hệ đạt trạng thái cân bằng nhiệt thì tổng nhiệt lượng trao đổi của hệ bằng 0:

$$mc_2(t - t_2) + m_1c_1(t - t_1) + m_2c_2(t - t_1) = 0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow m &= \frac{m_1c_1(t - t_1) + m_2c_2(t - t_1)}{c_2(t_2 - t)} \\ &= \frac{\{(0,2 \text{ kg}) \cdot [880 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] + (0,4 \text{ kg}) \cdot [4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]\} \cdot (10^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})}{[4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (5^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})} \\ &\approx 0,88 \text{ kg}. \end{aligned}$$



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Nhiệt lượng vật trao đổi để thay đổi nhiệt độ phụ thuộc vào

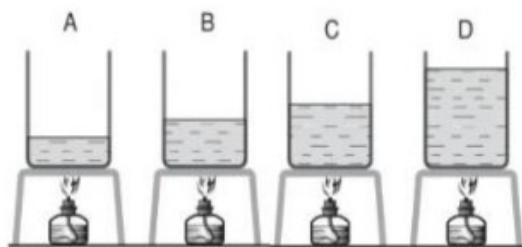
- (A) khối lượng, thể tích và độ thay đổi nhiệt độ của vật.
- (B) thể tích, nhiệt độ ban đầu và chất cấu tạo nên vật.
- (C) khối lượng của vật, chất cấu tạo nên vật và độ thay đổi nhiệt độ của vật.
- (D) nhiệt độ ban đầu, nhiệt độ lúc sau và áp suất của môi trường.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 2.** Có 4 bình A, B, C, D đều đựng nước ở cùng một nhiệt độ với thể tích tương ứng là: 1 lít, 2 lít, 3 lít, 4 lít. Sau khi dùng các đèn cồn giống hệt nhau để đun các bình này khác nhau. Bình có nhiệt độ thấp nhất là



(A) bình A.

(B) bình B.

(C) bình C.

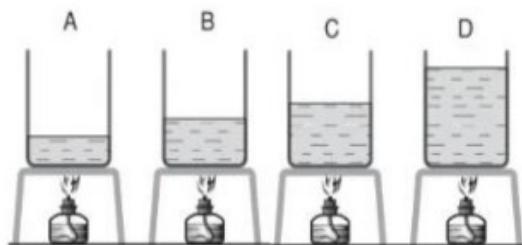
(D) bình D.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 3.** Có 4 bình A, B, C, D đều đựng nước ở cùng một nhiệt độ với thể tích tương ứng là: 1 lít, 2 lít, 3 lít, 4 lít. Sau khi dùng các đèn cồn giống hệt nhau để đun các bình này khác nhau. Bình có nhiệt độ cao nhất là



(A) bình A.

(B) bình B.

(C) bình C.

(D) bình D.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 4.** Chọn phát biểu sai.

Nhiệt dung riêng của một chất

- (A) là nhiệt lượng cần truyền để 1 kg chất đó tăng thêm  $1^{\circ}\text{C}$ .
- (B) phụ thuộc vào khối lượng riêng của chất đó.
- (C) phụ thuộc vào bản chất của chất đó.
- (D) có đơn vị là  $\text{J/kg} \cdot \text{K}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 5.** Nhiệt độ của vật nào tăng lên nhiều nhất khi ta thả rơi bốn vật dưới đây có cùng khối lượng và từ cùng một độ cao xuống đất? Coi như toàn bộ cơ năng của vật chuyển hóa thành nhiệt năng.

- (A) Vật bằng nhôm, có nhiệt dung riêng là  $880 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ .
- (B) Vật bằng đồng, có nhiệt dung riêng là  $380 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ .
- (C) Vật bằng chì, có nhiệt dung riêng là  $120 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ .
- (D) Vật bằng gang, có nhiệt dung riêng là  $5500 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ .

**Lời giải.**

$$\Delta t = \frac{Q}{mc}.$$

Vì chì có nhiệt dung riêng nhỏ nhất nên có độ tăng nhiệt độ nhiều nhất

Chọn đáp án **C**

**Câu 6.** Tính nhiệt lượng do miếng sắt khói lượng 2 kg toả ra khi hạ nhiệt độ từ 500 °C xuống còn 40 °C. Biết nhiệt dung riêng của sắt là 478 J/(kg · K)

- (A)** 219 880 J.      **(B)** 439 760 J.      **(C)** 879 520 J.      **(D)** 109 940 J.

**Lời giải.**

Nhiệt lượng miếng sắt toả ra:

$$Q = mc(t_1 - t_2) = 439 760 \text{ J.}$$

Chọn đáp án **B**

**Câu 7.** Một viên đạn bằng bạc đang bay với tốc độ 200 m/s thì va chạm vào một bức tường gỗ và nằm yên trong bức tường. Nhiệt dung riêng của bạc là 234 J/(kg · K). Nếu coi viên đạn không trao đổi nhiệt với bên ngoài thì nhiệt độ của viên đạn sẽ tăng thêm bao nhiêu độ?

- (A)** 58 °C.      **(B)** 171 °C.      **(C)** 85 °C.      **(D)** 250 °C.

**Lời giải.**

Áp dụng định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mc\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{v^2}{2c} \approx 85 \text{ °C.}$$

Chọn đáp án **C**

**Câu 8.** Người ta cọ xát hai vật với nhau, nhiệt dung của hai vật là 800 J/K. Sau 1 phút người ta thấy nhiệt độ của mỗi vật tăng thêm 30 K. Công suất trung bình của việc cọ xát bằng

- (A)** 1080 W.      **(B)** 980 W.      **(C)** 480 W.      **(D)** 800 W.

**Lời giải.**

Công suất trung bình của việc cọ xát là

$$\mathcal{P} = \frac{2c\Delta T}{t} = 800 \text{ W.}$$

Chọn đáp án **D**

**Câu 9.** Đầu thép của một búa máy có khói lượng 12 kg nóng lên thêm 20 °C sau 1,5 phút hoạt động. Biết rằng 40 % cơ năng của búa máy chuyển thành nhiệt năng của đầu búa. Nhiệt dung riêng của thép là 460 J/kg · K. Công suất của búa gần nhất với giá trị nào sau đây?

- (A)** 3 kW.      **(B)** 4 kW.      **(C)** 5 kW.      **(D)** 6 kW.

**Lời giải.**

Công suất toả nhiệt trên đầu búa:

$$\mathcal{P}_{hp} = \frac{mc\Delta T}{t} \approx 1226,67 \text{ W.}$$

Công suất của búa:

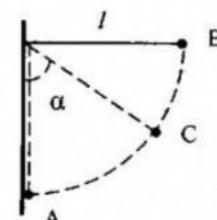
$$\mathcal{P} = \frac{\mathcal{P}_{hp}}{0,4} \approx 3,066 \text{ kW.}$$

Chọn đáp án **A**

**Câu 10.**

Quả cầu kim loại được làm bằng chất có nhiệt dung riêng  $c = 460 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  được treo bởi sợi dây có chiều dài  $\ell = 46 \text{ cm}$ . Quả cầu được nâng lên đến B rồi thả rơi. Sau khi chạm tường, nó bật lên đến C ( $\alpha = 60^\circ$ ). Biết rằng 60 % độ giảm thế năng của quả cầu biến thành nhiệt làm nóng quả cầu. Lấy  $g = 10 \text{ m}/\text{s}^2$ . Độ tăng nhiệt độ của quả cầu là

- (A)**  $3 \cdot 10^{-3} \text{ °C.}$       **(B)**  $6 \cdot 10^{-3} \text{ °C.}$   
**(C)**  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ °C.}$       **(D)** Không đủ dữ kiện để xác định.

**Lời giải.**

Dộ tăng nhiệt độ của quả cầu:

$$\Delta t = \frac{0,6mg\ell \cos 60^\circ}{mc} = \frac{0,6g\ell \cos 60^\circ}{c} = 3 \cdot 10^{-3} {}^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án **(A)**

**Câu 11.** Có hai quả cầu bằng chì giống nhau có nhiệt dung riêng là  $c$ , chuyển động đến va chạm mềm trực diện với tốc độ lần lượt là  $v$  và  $2v$ . Cho rằng toàn bộ cơ năng mất mát trong quá trình va chạm chuyển hóa thành nhiệt năng làm nóng hai quả cầu. Độ tăng nhiệt độ của hai quả cầu là

- (A)**  $\frac{9v^2}{8c}$ .      **(B)**  $\frac{7v^2}{8c}$ .      **(C)**  $\frac{9v^2}{7c}$ .      **(D)**  $\frac{11v^2}{7c}$ .

**Lời giải.**

Tốc độ hai quả cầu sau va chạm:

$$V = \frac{2mv - mv}{2m} = 0,5v.$$

Nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình va chạm:

$$Q = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2} \cdot 2mV^2 = \frac{9}{4}mv^2.$$

Dộ tăng nhiệt độ của hai quả cầu:

$$\Delta t = \frac{Q}{2mc} = \frac{9v^2}{8c}.$$

Chọn đáp án **(A)**

**Câu 12.** Một lượng nước và một lượng rượu có thể tích bằng nhau, được cung cấp nhiệt lượng tương ứng là  $Q_1$  và  $Q_2$ . Biết khối lượng riêng của nước là  $1000 \text{ kg/m}^3$  và của rượu là  $800 \text{ kg/m}^3$ , nhiệt dung riêng của nước là  $4200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$  và của rượu là  $2500 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ . Để độ tăng nhiệt độ của nước và rượu bằng nhau thì

- (A)**  $Q_1 = Q_2$ .      **(B)**  $Q_1 = 1,25Q_2$ .      **(C)**  $Q_1 = 1,68Q_2$ .      **(D)**  $Q_1 = 2,1Q_2$ .

**Lời giải.**

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1 c_1 \Delta t}{m_2 c_2 \Delta t} = \frac{D_1 c_1}{D_2 c_2} = 2,1.$$

Chọn đáp án **(D)**

**Câu 13.** Một ấm đồng khối lượng  $300 \text{ g}$  chứa  $1 \text{ lít}$  nước ở nhiệt độ  $15 {}^\circ\text{C}$ . Biết trung bình mỗi giây bếp truyền cho ấm một nhiệt lượng là  $500 \text{ J}$ . Bỏ qua sự hao phí về nhiệt ra môi trường xung quanh. Lấy nhiệt dung riêng của đồng là  $380 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$  và của nước là  $4186 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ . Thời gian đun sôi ấm nước có giá trị gần đúng là

- (A)** 12 phút.      **(B)** 13 phút.      **(C)** 14 phút.      **(D)** 15 phút.

**Lời giải.**

Nhiệt lượng nước và ấm cần thu vào để sôi:

$$Q = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta t = 365\,500 \text{ J}.$$

Thời gian đun sôi ấm nước:

$$t = \frac{Q}{500 \text{ J/s}} = 731 \text{ s} \approx 12 \text{ phút.}$$

Chọn đáp án **(A)**

**Câu 14.** Người ta muốn pha nước tắm với nhiệt độ  $38 {}^\circ\text{C}$  thì phải pha bao nhiêu lít nước sôi vào  $15 \text{ lít}$  nước lạnh ở  $24 {}^\circ\text{C}$ ?

- (A)** 2,5 lít.      **(B)** 3,38 lít.      **(C)** 4,2 lít.      **(D)** 5 lít.

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 &= 0 \Leftrightarrow V_1 \rho c (t_{cb} - t_1) + V_2 \rho c (t_{cb} - t_2) = 0 \\ \Leftrightarrow V_1 (38 - 100) + 15 \cdot (38 - 24) &= 0 \Rightarrow V_1 = 3,38 \text{ L.} \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(B)**

**Câu 15.** Một ấm đun nước bằng nhôm có khối lượng 400 g, chứa 3 lít nước được đun trên bếp. Khi nhận thêm nhiệt lượng 740 kJ thì ấm đạt đến nhiệt độ  $80^{\circ}\text{C}$ . Biết nhiệt dung riêng của nhôm và nước lần lượt là  $c_1 = 880 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ,  $c_2 = 4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ . Nhiệt độ ban đầu của ấm là

- (A)  $8,15^{\circ}\text{C}$ . (B)  $8,15\text{ K}$ . (C)  $22,7^{\circ}\text{C}$ . (D)  $22,7\text{ K}$ .

**Lời giải.**

$$Q = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \approx 57,27^{\circ}\text{C}.$$

Nhiệt độ ban đầu của ấm:

$$t_1 = t_2 - \Delta t = 22,73^{\circ}\text{C}.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 16.** Thả một miếng thép 2 kg đang ở nhiệt độ  $345^{\circ}\text{C}$  vào một bình đựng 3 lít nước. Sau khi cân bằng nhiệt, nhiệt độ cuối cùng của nước là  $30^{\circ}\text{C}$ . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường. Nhiệt dung riêng của thép và nước lần lượt là  $460 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ,  $4200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ . Nhiệt độ ban đầu của nước là

- (A)  $7^{\circ}\text{C}$ . (B)  $17^{\circ}\text{C}$ . (C)  $27^{\circ}\text{C}$ . (D)  $37^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Khi hệ đạt trạng thái cân bằng nhiệt thì tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} m_1 c_1 (t - t_1) + m_2 c_2 (t - t_2) &= 0 \\ \Leftrightarrow 2 \cdot 460 \cdot (30^{\circ}\text{C} - 345^{\circ}\text{C}) + 3 \cdot 4200 (30^{\circ}\text{C} - t_2) &= 0 \Rightarrow t_2 = 7^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 17.** Thả một quả cầu nhôm khối lượng 0,15 kg được đun nóng tới  $100^{\circ}\text{C}$  vào một cốc nước ở  $20^{\circ}\text{C}$ . Sau một thời gian, nhiệt độ của quả và nước đều bằng  $25^{\circ}\text{C}$ . Coi quả cầu và nước chỉ trao đổi nhiệt cho nhau và bỏ qua quá trình nước hoá hơi khi tiếp xúc với bề mặt quả cầu. Cho nhiệt dung riêng của nhôm và nước lần lượt là  $800 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ,  $4200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ . Khối lượng của nước là

- (A) 0,47 g. (B) 0,43 kg. (C) 2 g. (D) 2 kg.

**Lời giải.**

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$m_1 c_1 (t - t_1) + m_2 c_2 (t - t_2) = 0 \Rightarrow m_2 = 0,4285 \text{ kg}.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 18.** Thả một quả cầu bằng nhôm có khối lượng 0,21 kg được nung nóng đến  $200^{\circ}\text{C}$  vào cốc đựng nước ở  $30^{\circ}\text{C}$ . Sau một thời gian, nhiệt độ của nước và quả cầu đều bằng  $50^{\circ}\text{C}$ . Biết nhiệt dung riêng của nhôm là  $880 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , nhiệt dung riêng của nước là  $4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ . Khối lượng nước trong cốc là

- (A) 3,3 kg. (B) 7,5 kg. (C) 0,21 kg. (D) 0,33 kg.

**Lời giải.**

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt:

$$\begin{aligned} m_1 c_1 (t_{\text{cb}} - t_1) + m_2 c_2 (t_{\text{cb}} - t_2) &= 0 \\ \Rightarrow m_2 = \frac{m_1 c_1 (t_{\text{cb}} - t_1)}{c_2 (t_2 - t_{\text{cb}})} &= 0,33 \text{ kg}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 19.** Người ta thả một miếng đồng có khối lượng  $m_1 = 0,2 \text{ kg}$  được đốt nóng đến nhiệt độ  $t_1$  vào một nhiệt lượng kế chứa  $m_2 = 0,28 \text{ kg}$  nước ở nhiệt độ  $t_2 = 20^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ khi có cân bằng nhiệt là  $t_3 = 80^{\circ}\text{C}$ . Biết nhiệt dung riêng của đồng và nước lần lượt là  $c_1 = 400 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ,  $c_2 = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với nhiệt lượng kế và với môi trường. Nhiệt độ ban đầu  $t_1$  của đồng là

- (A)  $926^{\circ}\text{C}$ . (B)  $962^{\circ}\text{C}$ . (C)  $530^{\circ}\text{C}$ . (D)  $503^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt:

$$m_1 c_1 (t_3 - t_1) + m_2 c_2 (t_3 - t_2) = 0 \Rightarrow t_1 = 962^{\circ}\text{C}.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 20.** Một bình nhiệt lượng kế bằng thép khối lượng 0,1 kg chứa 0,5 kg nước ở nhiệt độ  $15^{\circ}\text{C}$ . Người ta thả một miếng chì và một miếng nhôm có tổng khối lượng 0,15 kg và nhiệt độ  $100^{\circ}\text{C}$  vào nhiệt lượng kế. Kết quả là nhiệt độ của nước trong nhiệt lượng kế tăng lên đến  $17^{\circ}\text{C}$ . Cho biết nhiệt dung riêng của chì là  $127,7 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , của nhôm là  $836 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , của thép là  $460 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , của nước là  $4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Bỏ qua sự mất mát nhiệt ra bên ngoài. Khối lượng của miếng chì và miếng nhôm lần lượt **gần với giá trị nào nhất** sau đây?

- (A) 46 g và 104 g.      (B) 110 g và 40 g.      (C) 104 g và 46 g.      (D) 40 g và 110 g.

**Lời giải.**

Ta có:

$$m_{\text{Pb}} + m_{\text{Al}} = 0,15 \text{ kg} \quad (1.5)$$

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt:

$$\begin{aligned} m_{\text{Pb}}c_{\text{Pb}}(t_{\text{cb}} - t_{\text{Pb}}) + m_{\text{Al}}c_{\text{Al}}(t_{\text{cb}} - t_{\text{Al}}) + m_{\text{nlik}}c_{\text{nlik}}(t_{\text{cb}} - t_{\text{nlik}}) + m_{\text{n}}c_{\text{n}}(t_{\text{cb}} - t_{\text{n}}) &= 0. \\ \Rightarrow 10599,1m_{\text{Pb}} + 69388m_{\text{Al}} &= 4272 \end{aligned} \quad (1.6)$$

Từ (1.5) và (1.6), thu được:  $\begin{cases} m_{\text{Pb}} \approx 104 \text{ g} \\ m_{\text{Al}} \approx 46 \text{ g} \end{cases}$ .

Chọn đáp án (C) □

**Câu 21.** Một nhiệt lượng kế bằng nhôm có khối lượng  $m$  ở nhiệt độ  $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$ . Cho vào nhiệt lượng kế một lượng nước có khối lượng  $m$  ở nhiệt độ  $t_2$ . Khi có cân bằng nhiệt, nhiệt độ của nước giảm đi  $12^{\circ}\text{C}$ . Tiếp tục đổ thêm một chất lỏng khác có khối lượng  $2m$  ở nhiệt độ  $t_3 = 40^{\circ}\text{C}$  (chất lỏng này không tác dụng hóa học với nước) vào nhiệt lượng kế thì nhiệt độ cân bằng giảm đi  $16^{\circ}\text{C}$  so với nhiệt độ cân bằng nhiệt lần thứ nhất. Biết nhiệt dung riêng của nhôm và nước lần lượt là  $900 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Bỏ qua sự mất mát nhiệt ra môi trường. Nhiệt dung riêng của chất lỏng đã đổ thêm vào nhiệt lượng kế bằng

- (A)  $4080 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .      (B)  $2040 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .      (C)  $9690 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .      (D)  $1133 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

Gọi  $c_1; c_2; c_3$  lần lượt là nhiệt dung riêng của nhôm; nước và chất lỏng đang xác định.

**Cân bằng nhiệt lần 1**

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt:

$$\begin{aligned} mc_1(t_{\text{cb}} - t_1) + mc_2\Delta t_2 &= 0 \\ \Leftrightarrow m \cdot (t_{\text{cb}} - 20) - m \cdot 4200 \cdot 12 &= 0 \\ \Rightarrow t_{\text{cb}} &= 76^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

**Cân bằng nhiệt lần 2**

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt:

$$\begin{aligned} (mc_1 + mc_2) \cdot \Delta t_{\text{cb}} + 2mc_3(t'_{\text{cb}} - t_3) &= 0 \\ \Leftrightarrow (900 + 4200) \cdot (-16) + 2 \cdot c_3(76 - 16 - 40) &= 0 \\ \Rightarrow c_3 &= 2040 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \end{aligned}$$

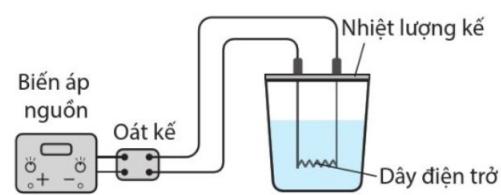
Chọn đáp án (B) □

**D TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI**

**Câu 1.**

Hình bên là sơ đồ bố trí thí nghiệm xác định nhiệt dung riêng của nước.

- Biến áp nguồn có nhiệm vụ duy trì hiệu điện thế giữa hai đầu mạch điện.
- Oát kế dùng để đo cường độ dòng điện qua mạch.
- Nhiệt lượng tỏa ra trên dây nung bằng nhiệt lượng do nước thu vào.
- Nhiệt lượng kế ngăn cản sự trao đổi nhiệt giữa chất đặt trong bình với môi trường.



**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Sai. Oát kế xác định công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch.
- c) Đúng.
- d) Đúng.



**Câu 2.** Một chiếc thia bằng đồng và một chiếc thia bằng nhôm có cùng khối lượng và nhiệt độ ban đầu, được nhúng chìm vào cùng một cốc nước nóng (cao hơn nhiệt độ 2 thia).

- a) 1 thia tỏa nhiệt và 1 thia thu nhiệt.
- b) Nhiệt độ cuối cùng của hai thia bằng nhau.
- c) Khi có cân bằng nhiệt, nước bị giảm nhiệt độ.
- d) Nhiệt lượng của hai thia trao đổi với nước là bằng nhau.

**Lời giải.**

- a) Sai. Cả 2 thia đều nhận nhiệt.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai. Hai thia có độ biến thiên nhiệt độ và khối lượng như nhau nhưng nhiệt dung riêng của chúng khác nhau nên nhiệt lượng trao đổi với nước của chúng khác nhau.



## E BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.**

So sánh nhiệt dung riêng của thịt và của khoai tây, biết rằng khi cùng múc ra từ nồi canh hầm thì miếng thịt nguội nhanh hơn miếng khoai tây có cùng khối lượng.



**Lời giải.**

- Nhiệt dung riêng là đại lượng thể hiện mức độ khó nóng, khó nguội của chất. Chất nào có nhiệt dung riêng lớn hơn thì khó nóng, khó nguội hơn.
- Khi cùng múc ra từ nồi canh hầm, miếng thịt nguội nhanh hơn miếng khoai tây cùng khối lượng. Điều này chứng tỏ thịt dễ nguội hơn khoai tây, nghĩa là nhiệt dung riêng của thịt nhỏ hơn nhiệt dung riêng của khoai tây.



**Câu 2.** Thùng nhôm khối lượng 1,2 kg đựng 4 kg nước ở  $90^{\circ}\text{C}$ . Cho biết nhiệt dung riêng của nhôm và nước lần lượt là  $c_1 = 0,92 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ,  $c_2 = 4,186 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K})$ . Xác định nhiệt lượng thùng nước tỏa ra khi nhiệt độ giảm xuống còn  $30^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Nhiệt lượng do thùng nước tỏa ra:

$$Q = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta t = -1\,070\,880 \text{ J.}$$

Vậy nhiệt lượng do thùng nước tỏa ra là 1 070 880 J.



**Câu 3.** Để làm nguội nước nóng, người ta trộn 1,5 kg nước ở  $25^{\circ}\text{C}$  với 100 g nước ở  $50^{\circ}\text{C}$ . Xác định nhiệt độ cuối cùng của hỗn hợp khi cân bằng nhiệt.

**Lời giải.**

Khi có sự cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$m_1 c(t - t_1) + m_2 c(t - t_2) = 0$$

$$\Leftrightarrow 1,5(t - 25^{\circ}\text{C}) + 0,1(t - 50^{\circ}\text{C}) = 0 \Rightarrow t = 26,5625^{\circ}\text{C.}$$



**Câu 4.** Muốn có nước ở nhiệt độ  $t = 50^\circ\text{C}$ , người ta lấy  $m_1 = 3\text{ kg}$  nước ở nhiệt độ  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  trộn với nước ở nhiệt độ  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ . Hãy xác định khối lượng nước lạnh cần dùng.

**Lời giải.**

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} m_1 c (t_{\text{cb}} - t_1) + m_2 c (t_{\text{cb}} - t_2) &= 0 \\ \Rightarrow m_2 &= \frac{m_1 (t_1 - t_{\text{cb}})}{t_{\text{cb}} - t_2} = 5\text{ kg}. \end{aligned}$$



**Câu 5.** Để xác định nhiệt dung riêng của một chất lỏng, người ta đổ chất lỏng đó vào  $20\text{ g}$  nước ở nhiệt độ  $100^\circ\text{C}$ . Khi có cân bằng nhiệt, nhiệt độ của hỗn hợp đó là  $37,5^\circ\text{C}$ . Khối lượng hỗn hợp là  $140\text{ g}$ . Tính nhiệt dung riêng của chất lỏng đó, biết rằng nhiệt độ ban đầu của nó là  $20^\circ\text{C}$  và hai chất lỏng không tác dụng hóa học với nhau. Cho nhiệt dung riêng của nước  $c_2 = 4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

Gọi  $m$  và  $c$  lần lượt là khối lượng và nhiệt dung riêng của chất lỏng cần xác định nhiệt dung riêng.

Khối lượng của chất lỏng đó:

$$m = m_{\text{hh}} - m_{\text{n}} = 120\text{ g}.$$

Khi hệ đạt trạng thái cân bằng nhiệt thì tổng nhiệt lượng trao đổi của hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} mc (t_{\text{cb}} - t_0) + m_n c_n (t_{\text{cb}} - t_{0n}) &= 0 \\ \Rightarrow c &= -\frac{m_n c_n (t_{\text{cb}} - t_{0n})}{m (t_{\text{cb}} - t_0)} = \frac{(0,02\text{ kg}) \cdot [4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (37,5^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})}{(0,12\text{ kg}) \cdot (37,5^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})} = 2500\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}). \end{aligned}$$



**Câu 6.** Để xác định nhiệt độ của một chiếc lò, người ta đốt nóng trong lò một cục sắt khối lượng  $m_1 = 0,5\text{ kg}$  rồi thả nhanh vào trong bình chứa  $m_2 = 4\text{ kg}$  nước có nhiệt độ ban đầu là  $18^\circ\text{C}$ . Nhiệt độ cuối cùng trong bình là  $28^\circ\text{C}$ . Hãy xác định nhiệt độ của lò. Bỏ qua trao đổi nhiệt với vỏ bình và quá trình nước hoá hơi khi tiếp xúc với cục sắt nóng. Cho nhiệt dung riêng của sắt là  $c_1 = 460\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt dung riêng của nước là  $c_2 = 4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$m_1 c_1 (t_{\text{cb}} - t_1) + m_2 c_2 (t_{\text{cb}} - t_2) = 0 \Rightarrow t_1 \approx 758,4^\circ\text{C}.$$



**Câu 7.** Trộn lỗ rỗng vào nước, người ta thu được một hỗn hợp nặng  $120,8\text{ g}$  ở nhiệt độ  $30^\circ\text{C}$ . Tính khối lượng nước và rượu đã pha, biết rằng ban đầu rượu ở nhiệt độ  $10^\circ\text{C}$  và nước ở nhiệt độ  $90^\circ\text{C}$ . Cho nhiệt dung riêng của rượu và nước lần lượt là  $2500\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

Gọi:

- $m_1, c_1, t_1$  lần lượt là khối lượng, nhiệt dung riêng và nhiệt độ ban đầu của rượu;
- $m_2, c_2, t_2$  lần lượt là khối lượng, nhiệt dung riêng và nhiệt độ ban đầu của nước.

Ta có:

$$m_1 + m_2 = 120,8\text{ g} = 0,1208\text{ kg} \quad (1.7)$$

Khi hệ cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$m_1 c_1 (t_{\text{cb}} - t_1) + m_2 c_2 (t_{\text{cb}} - t_2) = 0$$

$$50000m_1 - 252000m_2 = 0 \quad (1.8)$$

Từ (1.7) và (1.8) suy ra:

$$\begin{cases} m_1 = 100,8\text{ g} \\ m_2 = 20\text{ g} \end{cases} .$$



**Câu 8.** Bỏ một vật rắn khói lượng 100 g ở 100 °C vào 500 g nước ở 15 °C thì nhiệt độ sau cùng của vật là 16 °C. Thay nước bằng 800 g chất lỏng khác ở 10 °C thì nhiệt độ sau cùng là 13 °C. Tìm nhiệt dung riêng của vật rắn và chất lỏng. Cho nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

**Khi bỏ vật rắn vào nước:**

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi của vật rắn và nước bằng 0:

$$m_v c_v (t_{\text{cb}} - t_v) + m_n c_n (t_{\text{cb}} - t_n) = 0 \Rightarrow c_v = \frac{m_n c_n (t_{\text{cb}} - t_n)}{m_v (t_v - t_{\text{cb}})} = 250 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}).$$

**Khi bỏ vật rắn vào trong chất lỏng khác**

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi của vật rắn và chất lỏng bằng 0:

$$m_v c_v (t'_{\text{cb}} - t_v) + m_l c_l (t'_{\text{cb}} - t_l) \Rightarrow c_l = \frac{m_v c_v (t_v - t_{\text{cb}})}{m_l (t'_{\text{cb}} - t_l)} = 906,25 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}).$$

□

**Câu 9.** Người ta đổ  $m_1 = 200 \text{ g}$  nước sôi có nhiệt độ  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  vào một chiếc cốc có khói lượng  $m_2 = 120 \text{ g}$  đang ở nhiệt độ  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ . sau khoảng thời gian  $T = 5 \text{ phút}$ , nhiệt độ của cốc nước bằng  $t = 40^\circ\text{C}$ . Xem rằng sự mất nhiệt xảy ra một cách điều kiện, hãy xác định nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh trong mỗi giây. Cho nhiệt dung riêng nước và thuỷ tinh lần lượt là  $c_1 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $c_2 = 840 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

Nhiệt lượng nước sôi tỏa ra để giảm nhiệt độ từ  $100^\circ\text{C}$  còn  $40^\circ\text{C}$ :

$$Q_{\text{tỏa}} = m_1 c_1 (t_1 - t) = 50400 \text{ J}.$$

Nhiệt lượng cốc thuỷ tinh thu vào để tăng nhiệt độ từ  $20^\circ\text{C}$  lên  $40^\circ\text{C}$ :

$$Q_{\text{thu}} = m_2 c_2 (t - t_2) = 2016 \text{ J}.$$

Nhiệt lượng tỏa ra môi trường trong mỗi giây:

$$w = \frac{Q_{\text{tỏa}} - Q_{\text{thu}}}{T} = 161,28 \text{ J/s}.$$

□

**Câu 10.** Trộn ba chất lỏng không tác dụng hoá học với nhau có khói lượng lần lượt là  $m_1 = 2 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 3 \text{ kg}$ ,  $m_3 = 4 \text{ kg}$ . Biết nhiệt dung riêng và nhiệt độ ban đầu của mỗi chất lỏng lần lượt là  $c_1 = 2000 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $t_1 = 57^\circ\text{C}$ ,  $c_2 = 4000 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $t_2 = 63^\circ\text{C}$ ,  $c_3 = 3000 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $t_3 = 92^\circ\text{C}$ . Nhiệt độ của hỗn hợp khi cân bằng nhiệt là bao nhiêu?

**Lời giải.**

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} m_1 c_1 (t_{\text{cb}} - t_1) + m_2 c_2 (t_{\text{cb}} - t_2) + m_3 c_3 (t_{\text{cb}} - t_3) &= 0 \\ \Rightarrow t_{\text{cb}} &= \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2 + m_3 c_3 t_3}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3} \approx 74,6^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

□

**Câu 11.** Một nhiệt lượng kế bằng nhôm có khói lượng  $m_1 = 100 \text{ g}$  chứa  $m_2 = 400 \text{ g}$  nước ở nhiệt độ  $t_1 = 10^\circ\text{C}$ . Người ta thả vào nhiệt lượng kế một thỏi hợp kim nhôm và thiếc có khói lượng  $m = 200 \text{ g}$  được nung nóng đến nhiệt độ  $t_2 = 120^\circ\text{C}$ . Nhiệt độ cân bằng của hệ thống là  $14^\circ\text{C}$ . Tính khói lượng nhôm và thiếc có trong hợp kim. Cho nhiệt dung riêng của nhôm, nước, thiếc lần lượt là:  $c_1 = 900 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $c_2 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $c_3 = 230 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

Gọi  $m_{\text{nh}}$ ,  $m_{\text{th}}$  lần lượt là khói lượng của nhôm và thiếc trong hợp kim.

Ta có:

$$m_{\text{nh}} + m_{\text{th}} = 0,2 \text{ kg} \quad (1.9)$$

Khi hệ cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} m_1 c_1 (t_{cb} - t_1) + m_2 c_2 (t_{cb} - t_1) + m_{nh} c_1 (t_{cb} - t_2) + m_{th} c_3 (t_{cb} - t_2) &= 0 \\ 95400m_{nh} + 24380m_{th} &= 7080 \end{aligned} \quad (1.10)$$

Từ (1.9) và (1.10), suy ra:

$$\begin{cases} m_{nh} \approx 0,031 \text{ kg} \\ m_{th} \approx 0,169 \text{ kg} \end{cases}$$



**Câu 12.** Một khối sắt có khối lượng  $m$  ở nhiệt độ  $150^\circ\text{C}$  khi thả vào một bình nước thì làm nhiệt độ nước tăng từ  $20^\circ\text{C}$  lên  $60^\circ\text{C}$ . Thả tiếp vào nước khối sắt thứ hai có khối lượng  $\frac{m}{2}$  ở  $100^\circ\text{C}$  thì nhiệt độ sau cùng của nước là bao nhiêu? Coi như chỉ có sự trao đổi nhiệt giữa khối sắt với nước và bỏ qua quá trình nước hoá thành hơi khi tiếp xúc với sắt nóng.

### ❖ Lời giải.

Gọi:

- ✓  $m_2$  là khối lượng nước trong bình;
- ✓  $c_1, c_2$  lần lượt là nhiệt dung riêng của sắt và nước;
- ✓  $t_1, t_2$  lần lượt là nhiệt độ ban đầu của khối sắt khối lượng  $m$  và nước.

### Bỏ khối sắt khối lượng $m$ vào nước

Khi có cân bằng nhiệt, nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$mc_1 (t_{cb} - t_1) + m_2 c_2 (t_{cb} - t_2) = 0 \Rightarrow \frac{mc_1}{m_2 c_2} = \frac{t_{cb} - t_2}{t_1 - t_{cb}} = \frac{4}{9}.$$

### Bỏ thêm khối sắt khối lượng $m/2$ vào nước

Khi có cân bằng nhiệt, nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} (mc_1 + m_2 c_2) (t'_{cb} - t_{cb}) + \frac{m}{2} c_1 (t'_{cb} - t'_1) &= 0 \\ \Rightarrow \Rightarrow t'_{cb} &= \frac{mc_1 \left( t_{cb} + \frac{t'_1}{2} \right) + m_2 c_2 t_{cb}}{1,5mc_1 + m_2 c_2} = \frac{\frac{4}{9} \cdot (60^\circ\text{C} + 50^\circ\text{C}) + 60^\circ\text{C}}{1,5 \cdot \frac{4}{9} + 1} \approx 65,33^\circ\text{C}. \end{aligned}$$



**Câu 13.** Có hai bình cách nhiệt. Bình 1 chứa  $m_1 = 2 \text{ kg}$  nước ở  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , bình 2 chứa  $m_2 = 4 \text{ kg}$  nước ở  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ . Người ta rót một lượng nước  $m$  từ bình 1 sang bình 2, sau khi cân bằng nhiệt, người ta lại rót một lượng nước từ bình 2 sang bình 1. Nhiệt độ cân bằng ở bình 1 lúc này là  $21,95^\circ\text{C}$ .

- Tính lượng nước  $m$  rong mỗi lần rót và nhiệt độ cân bằng ở bình 2.
- Nếu tiếp tục thực hiện lần hai, tìm nhiệt độ cân bằng ở mỗi bình.

### ❖ Lời giải.

a)

#### ✓ Rót nước từ bình 1 sang bình 2

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi của  $m$  và lượng nước ở bình 2 bằng 0:

$$\begin{aligned} mc (t'_2 - t_1) + m_2 c (t'_2 - t_2) &= 0 \\ m (t'_2 - t_1) &= m_2 (t_2 - t'_2) \end{aligned} \quad (1.11)$$

#### ✓ Rót nước từ bình 2 sang bình 1

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi của  $m$  và lượng nước ở bình 1 bằng 0:

$$\begin{aligned} mc (t'_1 - t) + (m_1 - m) c (t'_1 - t_1) &= 0 \\ m (t - t_1) &= m_1 (t'_1 - t_1) \end{aligned} \quad (1.12)$$

Từ (1.11) và (1.12), suy ra:

$$\begin{cases} t = \frac{m_2 t_2 - m_1 (t'_1 - t_1)}{m_2} \approx 59^\circ\text{C} \\ m = \frac{m_1 m_2 (t'_1 - t_1)}{m_2 (t_2 - t_1) - m_1 (t'_1 - t_1)} \approx 0,1 \text{ kg} \end{cases} .$$

b) Thực hiện lần hai, nhiệt độ cân bằng của mỗi bình là

$$t''_2 = \frac{m t'_1 + m_2 t'_2}{m + m_2} = 58,12^\circ\text{C}; \quad t''_1 = \frac{m t''_2 + (m_1 - m) t_1}{m_1} = 23,76^\circ\text{C}.$$



**Bài 5****NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG - NHIỆT HÓA HƠI RIÊNG****A****LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM****1** **Nhiệt nóng chảy riêng**

Nhiệt nóng chảy riêng của một chất rắn có giá trị bằng nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg chất đó chuyển từ thể rắn sang thể lỏng tại nhiệt độ nóng chảy:

$$\lambda = \frac{Q}{m} \quad (1.13)$$

với

- $\lambda$ : nhiệt nóng chảy riêng, đơn vị trong hệ SI là J/kg;
- $Q$ : nhiệt lượng khối chất rắn thu vào để nóng chảy hoàn toàn, đơn vị trong hệ SI là J;
- $m$ : khối lượng của khối chất rắn, đơn vị trong hệ SI là kg.

**2** **Nhiệt hóa hơi riêng**

Nhiệt hóa hơi riêng của một chất lỏng có giá trị bằng nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg chất lỏng đó hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi:

$$L = \frac{Q}{m} \quad (1.14)$$

với

- $L$ : nhiệt hóa hơi riêng, đơn vị trong hệ SI là J/kg;
- $Q$ : nhiệt lượng khối chất lỏng thu vào để hoá hơi hoàn toàn, đơn vị trong hệ SI là J;
- $m$ : khối lượng của khối chất lỏng, đơn vị trong hệ SI là kg.

**B****VÍ DỤ MINH HOẠ****Dạng 1. Vận dụng biểu thức xác định nhiệt nóng chảy riêng**

**Ví dụ 1.** Một nhà máy thép mỗi lần luyện được 35 tấn thép. Cho nhiệt nóng chảy riêng của thép là  $2,77 \cdot 10^5$  J/kg.

- Tính nhiệt lượng cần cung cấp để làm nóng chảy thép trong mỗi lần luyện của nhà máy ở nhiệt độ nóng chảy.
- Giả sử nhà máy sử dụng khí đốt để nấu chảy thép trong lò thổi (nồi nấu thép). Biết khi đốt cháy hoàn toàn 1 kg khí đốt thì nhiệt lượng toả ra là  $44 \cdot 10^6$  J. Xác định khối lượng khí đốt cần sử dụng.

**Lời giải.**

- a) Nhiệt lượng cần cung cấp để làm nóng chảy thép trong mỗi lần luyện của nhà máy ở nhiệt độ nóng chảy:

$$Q = m\lambda = (35 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (2,77 \cdot 10^5 \text{ J/kg}) = 96,95 \cdot 10^8 \text{ J}$$

- b) Khối lượng khí đốt cần sử dụng để nhiệt lượng toả ra như ở câu a):

$$m = \frac{Q}{q} = \frac{96,95 \cdot 10^8 \text{ J}}{44 \cdot 10^6 \text{ J/kg}} \approx 220,34 \text{ kg}$$

**Ví dụ 2.** Tính thời gian cần thiết để làm nóng chảy hoàn toàn 2 kg đồng có nhiệt độ ban đầu  $30^{\circ}\text{C}$ , trong một lò nung điện có công suất 20 000 W. Biết chỉ có 50 % năng lượng tiêu thụ của lò được dùng vào việc làm đồng nóng lên và nóng chảy hoàn toàn ở nhiệt độ không đổi. Biết nhiệt độ nóng chảy của đồng là  $1084^{\circ}\text{C}$ . Cho nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng của đồng lần lượt là  $380 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và  $1,8 \cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg}$ .

### Lời giải.

Nhiệt lượng khói đồng cần thu vào để tăng nhiệt độ từ  $30^{\circ}\text{C}$  đến  $1084^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_1 = mc\Delta t = (2 \text{ kg}) \cdot [380 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (1084^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}) = 801,04 \text{ kJ}$$

Nhiệt lượng khói đồng cần thu vào để nóng chảy hoàn toàn ở nhiệt độ  $1084^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_2 = m\lambda = (2 \text{ kg}) \cdot (1,8 \cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg}) = 360 \text{ kJ}$$

Tổng nhiệt lượng 2 kg đồng cần thu vào để nóng chảy hoàn toàn từ nhiệt độ ban đầu  $30^{\circ}\text{C}$ :

$$Q = Q_1 + Q_2 = 1161,04 \text{ kJ}$$

Thời gian cần thiết để làm nóng chảy hoàn toàn khói đồng này:

$$t = \frac{Q}{H \cdot \mathcal{P}} = \frac{1161,04 \cdot 10^3 \text{ J}}{(50\%) \cdot (2 \cdot 10^4 \text{ W})} \approx 116 \text{ s}$$

## Dạng 2. Vận dụng biểu thức xác định nhiệt hóa hơi riêng

**Ví dụ 1.** Tính nhiệt lượng cần thiết để làm cho 1 kg nước ở  $25^{\circ}\text{C}$  chuyển thành hơi ở  $100^{\circ}\text{C}$ . Cho nhiệt dung riêng của nước là  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt hoá hơi riêng của nước ở  $100^{\circ}\text{C}$  là  $2,26 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}$ .

### Lời giải.

Nhiệt lượng nước thu vào để tăng nhiệt độ từ  $25^{\circ}\text{C}$  đến  $100^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_1 = mc\Delta t = (1 \text{ kg}) \cdot [4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (100^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 315 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Nhiệt lượng nước cần thu vào để hoá thành hơi hoàn toàn ở  $100^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_2 = mL = (1 \text{ kg}) \cdot (2,26 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}) = 226 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Tổng nhiệt lượng nước cần thu vào để hoá hơi hoàn toàn ở  $100^{\circ}\text{C}$ :

$$Q = Q_1 + Q_2 = 2,575 \text{ MJ}$$

**Ví dụ 2.** Một ấm đun nước có công suất 500 W chứa 300 g nước ở nhiệt độ  $20^{\circ}\text{C}$ . Cho nhiệt dung riêng của nước là  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt hoá hơi riêng của nước ở  $100^{\circ}\text{C}$  là  $2,26 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}$ .

- Tính thời gian cần thiết để đun nước trong ấm để đạt đến nhiệt độ sôi.
- Sau khi nước đến nhiệt độ sôi, người ta để ấm tiếp tục đun nước sôi trong 2 phút. Tính khối lượng nước còn lại trong ấm và chỉ rõ điều kiện để thực hiện các tính toán đó.

### Lời giải.

- Nhiệt lượng nước trong ấm cần thu vào để tăng nhiệt độ từ  $20^{\circ}\text{C}$  đến nhiệt độ sôi ( $100^{\circ}\text{C}$ ):

$$Q_1 = mc\Delta t = (0,3 \text{ kg}) \cdot [4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (100^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) = 100\,800 \text{ J}$$

Thời gian đun sôi nước:

$$t = \frac{Q_1}{\mathcal{P}} = \frac{100\,800 \text{ J}}{500 \text{ W}} \approx 201 \text{ s}$$

b) Nhiệt lượng ám toả ra trong 2 phút:

$$Q_2 = \mathcal{P} \cdot t' = (500 \text{ W}) \cdot (120 \text{ s}) = 60 \text{ kJ}$$

Khối lượng nước bị hoá thành hơi ở nhiệt độ  $100^\circ\text{C}$ :

$$m' = \frac{Q_2}{L} = \frac{60 \cdot 10^3 \text{ J}}{2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}} \approx 26,55 \text{ g}$$

Khối lượng nước còn lại trong ấm:

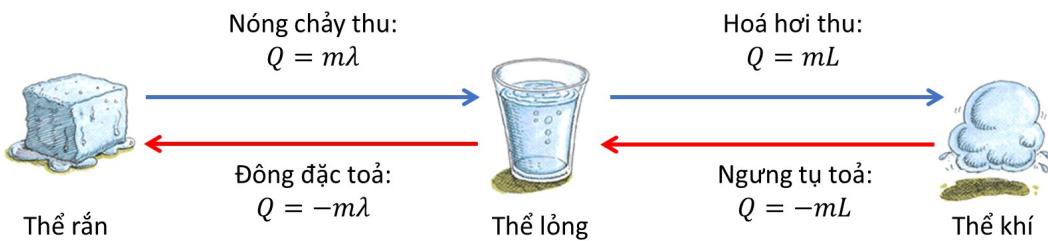
$$m_{\text{nước}} = m - m' = 273,45 \text{ g}$$

Các tính toán trên được thực hiện với điều kiện:

- Nước được đun ở áp suất 1 atm, do đó nhiệt độ sôi của nước là  $100^\circ\text{C}$ .
- Bỏ qua nhiệt lượng cung cấp cho vỏ ấm đun và toả ra môi trường.
- Bỏ qua sự bay hơi của nước trong quá trình đun.



### Đạng 3. Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt khi có sự chuyển thể



Hình 1.13: Sơ đồ chuyển thể

**Ví dụ 1.** Rót nước ở nhiệt độ  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  vào một nhiệt lượng kế. Thả vào trong nhiệt lượng kế một cục nước đá khối lượng  $m_2 = 0,5 \text{ kg}$  và nhiệt độ  $t_2 = -15^\circ\text{C}$ . Biết khối lượng nước đổ vào  $m_1 = m_2$ . Cho biết nhiệt dung riêng của nước  $c_1 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , của nước đá  $c_2 = 2100 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và nhiệt nóng chảy riêng của nước đá  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường.

- Hãy cho biết cục nước đá có tan hết không?
- Nếu nước đá tan hết, hãy xác định nhiệt độ của hỗn hợp sau khi cân bằng nhiệt được thiết lập. Nếu nước đá không tan hết, hãy tính khối lượng nước đá đã tan.

#### Lời giải.

- Nhiệt lượng nước  $20^\circ\text{C}$  toả ra để giảm nhiệt độ xuống  $0^\circ\text{C}$ :

$$Q_1 = m_1 c_1 (0 - t_1) = (0,5 \text{ kg}) \cdot [4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (0^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = -42000 \text{ J}$$

Nhiệt lượng nước đá cần thu vào để tăng nhiệt độ từ  $-15^\circ\text{C}$  đến  $0^\circ\text{C}$  và nóng chảy hoàn toàn:

$$Q_2 = m_2 c_2 (0 - t_2) + m_2 \lambda$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = (0,5 \text{ kg}) \cdot [2100 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (0^\circ\text{C} + 15^\circ\text{C}) + (0,5 \text{ kg}) \cdot (3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}) = 185750 \text{ J}$$

Vì  $|Q_1| < Q_2$  nên nước đá chỉ tan được một phần.

- Vì nước đá chỉ tan một phần nên nhiệt độ của hỗn hợp khi cân bằng nhiệt là  $0^\circ\text{C}$ .

Gọi  $m'$  là khối lượng nước đá đã tan.

Nhiệt lượng nước đá cần thu vào để tăng nhiệt độ từ  $-15^\circ\text{C}$  đến  $0^\circ\text{C}$  và nóng chảy một phần:

$$Q'_2 = m_2 c_2 (0 - t_2) + m' \lambda$$

Trạng thái cân bằng nhiệt được thiết lập khi tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$Q_1 + Q'_2 = 0$$

$$\Leftrightarrow Q_1 + m_2 c_2 (0 - t_2) + m' \lambda = 0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow m' &= -\frac{Q_1 + m_2 c_2 (0 - t_2)}{\lambda} \\ \Leftrightarrow m' &= -\frac{-42000 \text{ J} + (0,5 \text{ kg}) \cdot [2100 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (0^\circ\text{C} + 15^\circ\text{C})}{3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}} \\ \Rightarrow m' &\approx 77,2 \text{ g.} \end{aligned}$$

Vậy khối lượng nước đá tan là 77,2 g.



**Ví dụ 2.** Dẫn  $m_1 = 100 \text{ g}$  hơi nước ở  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  vào một bình cách nhiệt đựng nước đá ở  $t_2 = -4^\circ\text{C}$ . Nước đá bị tan hoàn toàn và nhiệt độ nước trong bình sau khi cân bằng nhiệt là  $10^\circ\text{C}$ . Tìm khối lượng nước đá trong bình. Biết nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ , nhiệt hóa hơi riêng của nước ở  $100^\circ\text{C}$  là  $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ , nhiệt dung riêng của nước là  $c_1 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt dung riêng của nước đá là  $c_2 = 2100 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường.

### 💬 Lời giải.

Gọi  $m (\text{kg})$  là khối lượng nước đá trong bình.

Nhiệt lượng hơi nước tỏa ra để ngưng tụ hoàn toàn ở  $100^\circ\text{C}$  và giảm nhiệt độ từ  $100^\circ\text{C}$  xuống  $10^\circ\text{C}$ :

$$Q_1 = -m_1 L + m_1 c_1 (t_{cb} - t_1)$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = -(0,1 \text{ kg}) \cdot (2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}) + (0,1 \text{ kg}) \cdot [4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (10^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) = -267800 \text{ J}$$

Nhiệt lượng nước đá thu vào để tăng nhiệt độ từ  $-4^\circ\text{C}$  lên  $0^\circ\text{C}$ , nóng chảy hoàn toàn ở  $0^\circ\text{C}$  rồi tăng nhiệt độ lên  $10^\circ\text{C}$ :

$$Q_2 = m c_2 (0 - t_2) + m \lambda + m c_1 (t_{cb} - 0)$$

$$\Leftrightarrow Q_2 = m \cdot [2100 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (0^\circ\text{C} + 4^\circ\text{C}) + m \cdot (3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}) + m \cdot [4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (10^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 390400m$$

Hệ đạt trạng thái cân bằng nhiệt khi tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$\Leftrightarrow -267800 + 390400m = 0$$

$$\Rightarrow m \approx 0,686 \text{ kg.}$$



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Khi vật rắn tinh thể đang nóng chảy thì đại lượng nào của vật sau đây là không thay đổi?

- (A) Thể tích. (B) Nội năng. (C) Nhiệt độ. (D) Hình dạng.

### 💬 Lời giải.

Chọn đáp án (C)



**Câu 2.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về nhiệt nóng chảy riêng?

- (A) Nhiệt nóng chảy riêng của chất rắn là nhiệt lượng cần cung cấp cho vật rắn trong quá trình nóng chảy.  
 (B) Các chất có khối lượng bằng nhau thì có nhiệt độ nóng chảy như nhau.  
 (C) Nhiệt nóng chảy riêng của chất rắn tỉ lệ thuận với khối lượng của vật.  
 (D) Đơn vị của nhiệt nóng chảy riêng là  $\text{J/kg}$ .

### 💬 Lời giải.

Chọn đáp án (D)



**Câu 3.** Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về nhiệt nóng chảy riêng của chất rắn?

- (A) Nhiệt nóng chảy riêng của một chất rắn có độ lớn bằng nhiệt lượng cần cung cấp để làm nóng chảy 1 kg chất đó ở nhiệt độ nóng chảy.

- (B) Đơn vị của nhiệt nóng chảy riêng là joule trên kilogram ( $J/kg$ ).  
 (C) Các chất khác nhau thì nhiệt nóng chảy riêng của chúng khác nhau.  
 (D) Cả A, B, C đều đúng.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)

**Câu 4.** Nhiệt nóng chảy riêng của đồng là  $1,8 \cdot 10^5 J/kg$ . Câu nào dưới đây là **đúng**?

- (A) Khối đồng sẽ tỏa ra nhiệt lượng  $1,8 \cdot 10^5 J$  khi nóng chảy hoàn toàn.  
 (B) Mỗi kilogram đồng cần thu nhiệt lượng  $1,8 \cdot 10^5 J$  để hoá lỏng hoàn toàn ở nhiệt độ nóng chảy.  
 (C) Khối đồng cần nhu nhiệt lượng  $1,8 \cdot 10^5 J$  để hoá lỏng.  
 (D) Mỗi kilogram đồng tỏa ra nhiệt lượng  $1,8 \cdot 10^5 J$  khi hoá lỏng hoàn toàn.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 5.** Đơn vị của nhiệt hoá hơi riêng của chất lỏng là

- (A)  $J/kg$ . (B)  $J \cdot kg$ . (C)  $kg/J$ . (D)  $J$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 6.** Nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $2,3 \cdot 10^6 J/kg$ . Câu nào dưới đây là **đúng nhất**?

- (A) Mỗi lượng nước bất kì cần thu một lượng nhiệt  $2,3 \cdot 10^6 J$  để bay hơi hoàn toàn.  
 (B) Mỗi kilogram nước cần thu một lượng nhiệt là  $2,3 \cdot 10^6 J$  để bay hơi hoàn toàn.  
 (C) Mỗi kilogram nước sẽ tỏa ra một lượng nhiệt là  $2,3 \cdot 10^6 J$  khi bay hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi.  
 (D) Mỗi kilogram nước cần thu một lượng nhiệt là  $2,3 \cdot 10^6 J$  để bay hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi và áp suất chuẩn.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)

**Câu 7.** Biết nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $3,34 \cdot 10^5 J/kg$ . Nhiệt lượng cần cung cấp để làm nóng chảy 500 g nước đá ở  $0^\circ C$  là

- (A)  $7 \cdot 10^7 J$ . (B)  $167 J$ . (C)  $167 kJ$ . (D)  $167 \cdot 10^6 J$ .

**Lời giải.**

$$Q = m\lambda = (0,5 \text{ kg}) \cdot (3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}) = 167 \text{ kJ}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 8.** Biết nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $3,34 \cdot 10^5 J/kg$ . Người ta cung cấp nhiệt lượng  $5,01 \cdot 10^5 J$  thì có thể làm nóng chảy hoàn toàn bao nhiêu kilogram nước đá?

- (A) 16,7 kg. (B) 1,5 kg. (C) 8,35 kg. (D) 0,668 kg.

**Lời giải.**

$$m = \frac{Q}{\lambda} = 1,5 \text{ kg}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 9.** Biết nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4190 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . Để làm cho 200 g nước ở  $10^\circ C$  sôi ở  $100^\circ C$  và 10% lượng nước này hoá hơi khi sôi thì cần cung cấp một nhiệt lượng **gần nhất** là

- (A) 169 kJ. (B) 121 kJ. (C) 189 kJ. (D) 212 kJ.

**Lời giải.**

Nhiệt lượng cần cung cấp:

$$Q = mc(100 - t) + 10\%mL \approx 121 \text{ kJ}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 10.** Cho biết nhiệt dung riêng của nước  $4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . Nhiệt lượng cần cung cấp cho 10 kg nước ở  $25^\circ C$  chuyển thành hơi ở  $100^\circ C$  là

- (A) 18 450 kJ. (B) 26 135 kJ. (C) 84 500 kJ. (D) 804 500 kJ.

**Lời giải.**

$$Q = mc\Delta t + mL = 26\,135 \text{ kJ}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 11.** Nước có nhiệt dung riêng  $c = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$  và nhiệt hóa hơi riêng  $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . Nhiệt lượng toả ra khi 4 kg hơi nước ở  $100^\circ\text{C}$  ngưng tụ thành nước ở  $22^\circ\text{C}$  là

- (A) 11 504 160 J.      (B) 12 504 160 J.      (C) 10 504 160 J.      (D) 13 504 160 J.

**Lời giải.**

Nhiệt lượng toả ra khi 4 kg hơi nước ở  $100^\circ\text{C}$  ngưng tụ thành nước ở  $22^\circ\text{C}$  là

$$Q = mL + mc(t_0 - t) = 10\,504\,160 \text{ J}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 12.** Người ta có 5 kg nước đá ở  $-10^\circ\text{C}$ , cho biết nhiệt dung riêng của nước đá là  $1090 \text{ J/kg}$  và nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Nhiệt lượng cần cung cấp để khôi đá trên tan hoàn toàn thành nước ở  $0^\circ\text{C}$  là

- (A) 4,45 kJ.      (B) 1,8 MJ.      (C) 1,9 MJ.      (D) 1,7 MJ.

**Lời giải.**

Nhiệt lượng cần cung cấp để khôi đá trên tan hoàn toàn thành nước ở  $0^\circ\text{C}$  là

$$Q = m\lambda + mc(0 - t_0) = 1\,804\,500 \text{ J}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 13.** Để xác định nhiệt hóa hơi riêng của nước, người ta làm thí nghiệm sau: đưa 10 g hơi nước ở nhiệt độ  $100^\circ\text{C}$  vào một nhiệt lượng kế chứa 290 g nước ở  $20^\circ\text{C}$ . Nhiệt độ cuối của hệ là  $40^\circ\text{C}$ . Cho biết nhiệt dung của nhiệt lượng kế là  $46 \text{ J/K}$ , nhiệt dung riêng của nước là  $4,18 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ . Nhiệt hóa hơi riêng của nước là

- (A) 6900 J/g.      (B) 2265,6 J/g.      (C) 4600 J/g.      (D) 3200 J/g.

**Lời giải.**

Khi hệ cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$-m_{\text{hơi}}L + m_{\text{hơi}}c(t_{\text{cb}} - t_{\text{hơi}}) + m_{\text{nước}}c(t_{\text{cb}} - t_n) = 0 \Rightarrow L = 2265,6 \text{ J/g}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 14.** Đổ 100 g nước ở  $40^\circ\text{C}$  vào một khối nước đá lớn ở  $0^\circ\text{C}$ . Cho nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $\lambda = 80 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$  và nhiệt dung riêng của nước đá là  $c = 1 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$ . Khối lượng nước đá tan chảy là

- (A) 200 g.      (B) 50 g.      (C) 25 g.      (D) 100 g.

**Lời giải.**

Khối lượng nước đá tan:

$$m = \frac{m_n c_n \Delta t}{\lambda} = 50 \text{ g}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 15.**

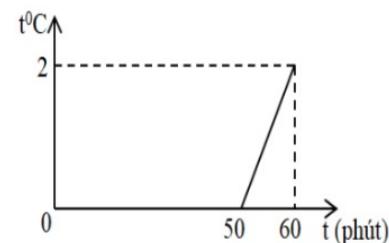
Một chậu đựng hỗn hợp nước và nước đá có khối lượng 10 kg. Chậu để trong phòng và người ta theo dõi nhiệt độ của hỗn hợp. Đồ thị biểu thị sự phụ thuộc nhiệt độ theo thời gian cho ở hình bên. Cho nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$  và nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với chậu. Khối lượng nước đá trong hỗn hợp ban đầu là

- (A) 0,296 kg.      (B) 1,48 kg.      (C) 0,21 kg.      (D) 1,235 kg.

**Lời giải.**

$$\frac{m_d \lambda}{m_h c \Delta t} = 5 \Rightarrow m_d \approx 1,235 \text{ kg}$$

Chọn đáp án (D)



**Câu 16.** Người ta thả một cục nước đá khối lượng 80g ở  $0^{\circ}\text{C}$  vào một cốc nhôm đựng 0,4kg nước ở  $20^{\circ}\text{C}$  đặt trong nhiệt lượng kế. Biết khối lượng cốc nhôm là 0,2kg. Cho nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ , nhiệt dung riêng của nhôm là  $880 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$  và của nước là  $4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ . Bỏ qua sự mất mát nhiệt do truyền ra ngoài. Nhiệt độ của nước khi nước đá đã tan hết là

- (A)  $4,5^{\circ}\text{C}$ . (B)  $5,5^{\circ}\text{C}$ . (C)  $6,5^{\circ}\text{C}$ . (D)  $7,5^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$m_d\lambda + m_d c(t_{cb} - 0) + m_n c(t_{cb} - t_n) = 0 \Rightarrow t_{cb} \approx 4,47^{\circ}\text{C}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 17.** Lấy 0,01kg hơi nước ở  $100^{\circ}\text{C}$  cho ngưng tụ trong bình nhiệt lượng kế chứa 0,2kg nước ở  $9,5^{\circ}\text{C}$ ; nhiệt độ cuối cùng của nước là  $40^{\circ}\text{C}$ . Cho nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ . Nhiệt hoá hơi riêng của nước là

- (A)  $3,1 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . (B)  $2,8 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . (C)  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . (D)  $1,4 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ .

**Lời giải.**

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt:

$$m_1 L + m_1 c(100 - t_{cb}) = m_2 c(t_{cb} - t_2)$$

$$\Leftrightarrow 0,01L + 0,01 \cdot 4180 \cdot (100 - 40) = 0,2 \cdot 4180 \cdot (40 - 9,5) \Rightarrow L = 2,299 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 18.** Một khối nước đá có khối lượng 0,2kg ở  $-20^{\circ}\text{C}$ . Cho biết nhiệt dung riêng của nước đá là  $2,09 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ , nhiệt dung riêng của nước là  $4,18 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . Nhiệt lượng cần cung cấp cho khối nước đá để nó hoá hơi hoàn toàn ở  $100^{\circ}\text{C}$  là

- (A)  $Q = 205,96 \text{ kJ}$ . (B)  $Q = 619,96 \text{ kJ}$ . (C)  $Q = 159,96 \text{ kJ}$ . (D)  $Q = 460 \text{ kJ}$ .

**Lời giải.**

Nhiệt lượng cần cung cấp cho khối nước đá để nó hoá hơi hoàn toàn ở  $100^{\circ}\text{C}$  là

$$Q = mc_d(0 - t_d) + m\lambda + mc(t_s - 0) + mL = 619,96 \text{ kJ}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 19.** Cần cung cấp một nhiệt lượng bằng bao nhiêu để làm cho  $m = 200 \text{ g}$  nước lấy ở  $t_1 = 10^{\circ}\text{C}$  sôi ở  $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$  và 10% khối lượng của nó đã hoá hơi khi sôi. Biết nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$  và nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . Chọn đáp án **đúng**.

- (A)  $129\,525 \text{ J}$ . (B)  $110\,610 \text{ J}$ . (C)  $120\,620 \text{ J}$ . (D)  $130\,610 \text{ J}$ .

**Lời giải.**

$$Q = mc\Delta t + 10\%mL = 120\,620 \text{ J}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 20.** Lấy 0,01kg cho ngưng tụ trong bình nhiệt lượng kế chứa 0,2kg nước ở  $9,5^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ cuối cùng đo được là  $40^{\circ}\text{C}$ . Cho nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ . Nhiệt hoá hơi riêng của nước là

- (A)  $6,9 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . (B)  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . (C)  $4,6 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . (D)  $3,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ .

**Lời giải.**

Khi hệ cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$-m_{\text{hơi}}L + m_{\text{hơi}}c(t_{cb} - t_{\text{hơi}}) + m_{\text{nước}}c(t_{cb} - t_{\text{nước}}) = 0 \Rightarrow L \approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 21.** Để xác định nhiệt nóng chảy riêng của thiếc, người ta đỗ 350g thiếc nóng chảy ở nhiệt độ  $232^{\circ}\text{C}$  vào 330g nước ở  $7^{\circ}\text{C}$  đựng trong một nhiệt lượng kế có nhiệt dung bằng  $100 \text{ J/K}$ . Sau khi cân bằng nhiệt, nhiệt độ của nước trong nhiệt lượng kế là  $32^{\circ}\text{C}$ . Biết nhiệt dung riêng của nước và thiếc rắn lần lượt là  $4,2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ ,  $0,23 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ . Nhiệt nóng chảy riêng của thiếc **gần với giá trị nào nhất** sau đây?

(A) 60 J/g.

(B) 73 J/g.

(C) 89 J/g.

(D) 96 J/g.

**Lời giải.**

Khi hệ cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$-m_{th}\lambda + m_{th}c_{th}(t_{cb} - t_{th}) + (m_n c_n + c_{nlk}) \cdot (t_{cb} - t_n) = 0$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{m_{th}c_{th}(t_{cb} - t_{th}) + (m_n c_n + c_{nlk}) \cdot (t_{cb} - t_n)}{m_{th}} \approx 60,1 \text{ J/g}$$

Chọn đáp án (A)



**Câu 22.** Một viên đạn chì phải có tốc độ tối thiểu bao nhiêu để khi nó va chạm vào vật cứng thì nóng chảy hoàn toàn? Cho rằng, 80% động năng của viên đạn chuyển thành nội năng của nó khi va chạm; nhiệt độ của viên đạn trước khi va chạm là  $127^\circ\text{C}$ . Cho biết nhiệt dung riêng của chì là  $130 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ; nhiệt độ nóng chảy của chì là  $327^\circ\text{C}$  và nhiệt nồng chảy riêng của chì là  $\lambda = 25 \text{ kJ/kg}$ .

(A) 357 m/s.

(B) 324 m/s.

(C) 352 m/s.

(D) 457 m/s.

**Lời giải.**

Nhiệt lượng cần thiết để viên đạn tăng nhiệt độ từ  $127^\circ\text{C}$  lên  $327^\circ\text{C}$  và nóng chảy hoàn toàn:

$$Q = mc(t - t_0) + m\lambda = 51000m$$

Áp dụng định lý động năng:

$$0 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -\frac{Q}{0.8}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{51000m}{0.8} \Rightarrow v_0 \approx 357 \text{ m/s}$$

Chọn đáp án (A)



**Câu 23.** Trong một nhiệt lượng kế bằng nhôm khối lượng  $m_{hn} = 300 \text{ g}$  có một cục nước đá nặng  $m_{nd}$  (g). Nhiệt độ của nhiệt lượng kế và nước đá là  $t_1 = -5^\circ\text{C}$ . Sau đó người ta cho  $m_{hn}$  (g) hơi nước ở  $t_2 = 100^\circ\text{C}$  vào nhiệt lượng kế và khi đã cân bằng nhiệt độ thì nhiệt độ của nhiệt lượng kế là  $t_3 = 25^\circ\text{C}$ . Lúc đó, trong nhiệt lượng kế có 500 g nước. Cho biết nhiệt hoà hơi riêng của nước là  $L = 2,26 \cdot 10^3 \text{ J/g}$ , nhiệt nồng chảy của nước đá  $\lambda = 334 \text{ J/g}$ , nhiệt dung riêng của nhôm, của nước đá và của nước lần lượt là  $c_{hn} = 0,88 \text{ J/g} \cdot \text{K}$ ,  $c_{nd} = 2,09 \text{ J/g} \cdot \text{K}$  và  $c_n = 4,19 \text{ J/g} \cdot \text{K}$ . Giá trị của  $(m_{nd} - 3m_{hn})$  gần với giá trị nào nhất sau đây?

(A) 226 g.

(B) 253 g.

(C) 269 g.

(D) 192 g.

**Lời giải.**

Ta có:

$$m_{nd} + m_{hn} = 500 \text{ g} \quad (1.15)$$

Khi có cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$-m_{hn}L + m_{hn}c(t_3 - t_2) + m_{nd}c_{nd}(0 - t_1) + m_{nd}\lambda + m_{nd}c_{nl}(t_3 - t_1) + m_{nd}c_n(t_3 - 0) = 0$$

$$-2574.25m_{hn} + 449,2m_{nd} = -7920 \quad (1.16)$$

Từ (1.17) và (1.18), suy ra:

$$\begin{cases} m_{hn} = 76,9 \text{ g} \\ m_{nd} = 423,1 \text{ g} \end{cases}$$

Như vậy,  $(m_{nd} - 3m_{hn}) = 192,4 \text{ g}$

Chọn đáp án (D)



**TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI**

**Câu 1.** Bảng dưới đây là nhiệt độ nồng chảy của một số chất.

Chất	Nhôm	Nước đá	Rượu	Sắt	Đồng	Thuỷ ngân	Muối ăn
Nhiệt độ nóng chảy ( $^{\circ}\text{C}$ )	660	0	-117	1535	1083	-39	801

- a) Chất có nhiệt độ nóng chảy cao nhất là đồng.  
b) Chất có nhiệt độ nóng chảy thấp nhất là thuỷ ngân.  
c) Có thể dùng nhiệt kế rượu để đo nhiệt độ thấp tới  $-50^{\circ}\text{C}$ .  
d) Có thể dùng nhiệt kế thuỷ ngân để đo nhiệt độ thấp tới  $-50^{\circ}\text{C}$ .

### Lời giải.

- a) Sai.  
b) Sai. Chất có nhiệt độ nóng chảy thấp nhất là rượu.  
c) Đúng.  
d) Sai. Thuỷ ngân đã đông đặc ở  $-39^{\circ}\text{C}$ .



### Câu 2.

Nếu đặt tô kem lỏng vào giữa chậu nước đá, kem sẽ chỉ lạnh đi nhưng rất khó có thể đông đặc lại. Tuy nhiên, nếu em cho thêm một ít muối vào chậu nước đá này thì kem lỏng có thể đông đặc lại thành đá như hình minh họa bên dưới rất nhanh.



- a) Kem lạnh đi do nhận nhiệt từ nước đá.  
b) Khi cân bằng nhiệt diễn ra, nếu trong đá có lẫn nước thì nhiệt độ của hỗn hợp nước và nước đá là  $0^{\circ}\text{C}$ .  
c) Nước muối thấm qua tô vào kem và làm tăng nhiệt độ đông đặc của kem (kem đông đặc ở nhiệt độ trên  $0^{\circ}\text{C}$ ).  
d) Nhiệt độ đông đặc của nước trong thau sau khi cho muối vào bị giảm.

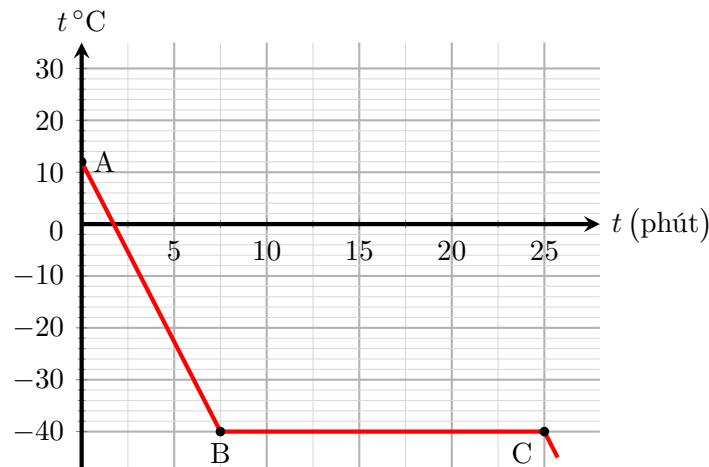
### Lời giải.

- a) Sai. Kem lạnh đi là do kem toả nhiệt cho thau đá.  
b) Đúng.  
c) Sai. Nước muối không thể thấm qua tô do sự liên kết của các phân tử chất rắn rất chặt chẽ. Ở điều kiện tiêu chuẩn, nhiệt độ đông đặc của nước là  $0^{\circ}\text{C}$ .  
d) Đúng. Nhiệt độ đông đặc của nước trong thau sau khi cho muối vào bị giảm là do sự phân li của các ion trong phân tử muối ăn làm ảnh hưởng đến liên kết hydrogen của các phân tử nước. Do đó, các phân tử nước khó liên kết lại với nhau thành thể rắn hơn.



## BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Trên hình vẽ dưới đây biểu diễn đồ thị nhiệt độ của một chất theo thời gian trong quá trình đông đặc. Dựa vào đồ thị, em hãy trả lời các câu hỏi sau:



- a) Các đoạn AB và BC biểu diễn quá trình gì?
- b) Nhiệt độ ban đầu của chất này là bao nhiêu?
- c) Nhiệt độ đông đặc của chất này là bao nhiêu?
- d) Quá trình làm nguội và đông đặc diễn ra bao lâu?

**Lời giải.**

- a) AB là quá trình chất này giảm nhiệt độ (quá trình làm nguội), BC là quá trình chất này đông đặc.
- b) Nhiệt độ ban đầu của chất này là  $12^\circ\text{C}$ .
- c) Nhiệt độ đông đặc của chất này là  $-40^\circ\text{C}$ .
- d) Quá trình làm nguội diễn ra trong 7,5 phút, quá trình đông đặc diễn ra trong 17,5 phút.

**Câu 2.** Vận động viên chạy Marathon mất rất nhiều nước trong khi thi đấu. Các vận động viên thường chỉ có thể chuyển hóa khoảng 20 % năng lượng hoá học dự trữ trong cơ thể thành năng lượng dùng cho các hoạt động của cơ thể, đặc biệt là hoạt động chạy. Phần năng lượng còn lại chuyển thành nhiệt thải ra ngoài nhờ sự bay hơi của nước qua hô hấp và da để giữ nhiệt độ cơ thể ổn định. Nếu vận động viên dùng hết 11 000 kJ trong cuộc thi thì có khoảng bao nhiêu lít nước đã thoát ra khỏi cơ thể? Coi nhiệt độ cơ thể của vận động viên hoàn toàn không đổi và nhiệt hoá hơi riêng của nước trong cơ thể vận động viên là  $2,45 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ .

**Lời giải.**

Lượng hơi nước thoát ra khỏi cơ thể vận động viên:

$$m = \frac{80\% \cdot W}{L} \approx 3,59 \text{ kg}$$

**Câu 3.** Để hàn các linh kiện bị đứt trong mạch điện tử, người thợ sửa chữa thường sử dụng mỏ hàn điện để làm nóng chảy dây thiếc hàn. Biết rằng loại thiếc hàn sử dụng là hỗn hợp của thiếc và chì với tỉ lệ khối lượng 63 : 37, khối lượng một cuộn dây thiếc hàn là 50 g. Biết thiếc và chì có nhiệt nóng chảy riêng lần lượt là  $0,61 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$  và  $0,25 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Nhiệt lượng mỏ hàn cần cung cấp để làm nóng chảy hết một cuộn dây thiếc hàn ở nhiệt độ nóng chảy bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

$$\frac{m_t}{m_c} = \frac{63}{37} \xrightarrow{m_t + m_c = 50 \text{ g}} \begin{cases} m_t = 31,5 \text{ g} \\ m_c = 18,5 \text{ g} \end{cases}$$

Nhiệt lượng mỏ hàn cần cung cấp để làm nóng chảy hết một cuộn dây thiếc hàn ở nhiệt độ nóng chảy:

$$Q = m_t \lambda_t + m_c \lambda_c = 2384 \text{ J}$$

**Câu 4.** Một ấm đun nước có công suất 500 W chứa 300 g nước. Cho nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . Sau khi đun nước trong ấm đến nhiệt độ sôi, người ta để ấm tiếp tục đun nước sôi trong 2 phút. Bỏ qua sự mất mát nhiệt. Khối lượng nước còn lại trong ấm bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Lượng nước hoá hơi:

$$m' = \frac{\mathcal{P}t}{L} = 0,03 \text{ kg} = 30 \text{ g}$$

Lượng nước còn lại trong ấm là

$$m = M - m' = 270 \text{ g}$$

**Câu 5.** Người ta bỏ một cục nước đá khối lượng  $m_1 = 100 \text{ g}$  vào một nhiệt lượng kế bằng đồng có khối lượng  $m_2 = 125 \text{ g}$ , thì nhiệt độ của nhiệt lượng kế và nước đá là  $t_1 = -20^\circ\text{C}$ . Tính nhiệt lượng cần thiết để làm tan được một nửa lượng nước đá trên. Cho nhiệt dung riêng của đồng là  $c_2 = 380 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , của nước đá là  $c_1 = 2100 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ .

**Lời giải.**

Nhiệt lượng cần cung cấp cho nhiệt lượng kế để nước đá tan được 1 nửa:

$$Q = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \cdot (0 - t_1) + \frac{m_1}{2} \lambda = 21850 \text{ J.}$$

**Câu 6.** Người ta trộn  $m_1 = 500\text{ g}$  nước đá với  $m_2 = 500\text{ g}$  nước ở cùng nhiệt độ  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  vào một xô nước ở nhiệt độ  $50^\circ\text{C}$ . Khối lượng tổng cộng của chúng là  $m = 2\text{ kg}$ . Tính nhiệt độ của xô nước khi có cân bằng nhiệt. Cho nhiệt dung riêng của nước  $c = 4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt nóng chảy riêng của nước đá  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5\text{ J/kg}$ . Bỏ qua khối lượng và sự thu nhiệt của xô.

**Lời giải.**

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} m_1\lambda + (m_1 + m_2)c(t_{cb} - 0) + (m - m_1 - m_2)c(t_{cb} - t_0) &= 0 \\ \Leftrightarrow 0,5 \cdot 3,4 \cdot 10^5 + 1 \cdot 4200 \cdot t_{cb} + 1 \cdot 4200(t_{cb} - 50) &= 0 \Rightarrow t_{cb} \approx 4,76^\circ\text{C} \end{aligned}$$



**Câu 7.** Bỏ  $20\text{ g}$  tuyết có lỗn nước ở  $0^\circ\text{C}$  vào nhiệt lượng kế chứa  $250\text{ g}$  nước ở  $15^\circ\text{C}$ . Khi cân bằng nhiệt, nhiệt độ của nhiệt lượng kế giảm  $5^\circ\text{C}$ . Hỏi khối lượng nước lỗn trong tuyết là bao nhiêu? Biết nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5\text{ J/kg}$ , nhiệt dung riêng của nước  $c = 4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Bỏ qua nhiệt dung của nhiệt lượng kế.

**Lời giải.**

Gọi  $m_1, m_2$  lần lượt là khối lượng của nước và đá trong tuyết.

Ta có:

$$m_1 + m_2 = 0,02\text{ kg}$$

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} m_2\lambda + (m_1 + m_2)c(t_{cb} - 0) + m_n c(t_{cb} - t_n) &= 0 \\ \Rightarrow m_2 \approx 0,013\text{ kg} &= 13\text{ g} \end{aligned}$$

Như vậy, khối lượng nước lỗn trong tuyết là  $m_1 \approx 7\text{ g}$



**Câu 8.** Trong ruột cục nước đá lớn ở  $0^\circ\text{C}$  có một cái hốc với thể tích bằng  $V = 160\text{ cm}^3$ . Người ta rót vào hốc đó  $60\text{ g}$  ở nhiệt độ  $75^\circ\text{C}$ . Cho khối lượng riêng của nước  $D_1 = 1\text{ g/cm}^3$  và của nước đá  $D_2 = 0,9\text{ g/cm}^3$ , nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và để làm nóng chảy hoàn toàn  $1\text{ kg}$  nước đá ở nhiệt độ nóng chảy cần cung cấp cho khối nước đá này một nhiệt lượng  $3,36 \cdot 10^5\text{ J}$ . Hỏi khi nước nguội hẳn thì thể tích hốc rỗng còn lại là bao nhiêu  $\text{cm}^3$ ?

**Lời giải.**

Nhiệt lượng do nước toả ra để giảm nhiệt độ từ  $75^\circ\text{C}$  về  $0^\circ\text{C}$ :

$$Q_{\text{toả}} = m_n c (0 - t_n) = 18900\text{ J}$$

Thể tích nước rót vào hốc:

$$V_n = \frac{m_n}{D_1} = 60\text{ cm}^3$$

Khối lượng nước đá tan:

$$m_{\text{đá}} = \frac{Q_{\text{thu}}}{\lambda} = \frac{Q_{\text{toả}}}{\lambda} = 56,25\text{ g}$$

Thể tích nước đá bị tan là

$$V_d = \frac{m_d}{D_2} = 62,5\text{ cm}^3$$

Thể tích nước tạo thành do đá tan:

$$V_1 = \frac{m_d}{D_1} = 56,25\text{ cm}^3$$

Thể tích phần rỗng còn lại:

$$V + V_d - V_1 - V_n = 106,25\text{ cm}^3$$



**Câu 9.** Dẫn hơi nước ở  $100^\circ\text{C}$  vào một bình nước đang có nhiệt độ  $20^\circ\text{C}$  dưới áp suất bình thường.

- Khối lượng nước trong bình tăng lên bao nhiêu lần khi nhiệt độ của nó đạt tới  $100^\circ\text{C}$ .
- Khi nhiệt độ của nước đạt tới  $100^\circ\text{C}$ , nếu tiếp tục dẫn hơi nước ở  $100^\circ\text{C}$  vào bình thì có thể làm cho nước trong bình có thể sôi được không?

Cho:

- nhiệt dung riêng của nước  $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;
- nhiệt hóa hơi riêng của nước  $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}$ .

**Lời giải.**

a) Gọi  $m$  là khối lượng hơi nước ngưng tụ và  $M$  là khối lượng nước có sẵn trong bình.

Khi có cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$-mL + Mc(100 - t_0) = 0 \Rightarrow m = 0,146M.$$

$$\Rightarrow \frac{m+M}{M} = 1,146.$$

b) Nước không thể sôi vì hệ đã đạt trạng thái cân bằng nhiệt ở  $100^\circ\text{C}$  nên không thể nhận thêm nhiệt lượng để hoá thành hơi.



**Câu 10.** Người ta dẫn hơi nước ở  $100^\circ\text{C}$  vào một nhiệt lượng kế chứa 100 g nước đá ở  $0^\circ\text{C}$ . Sau khi nước đá tan hết, khối lượng nước trong nhiệt lượng kế là bao nhiêu? Cho nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg}$ ; nhiệt hoá hơi riêng của nước  $L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}$ ; nhiệt dung riêng của nước  $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và bỏ qua nhiệt dung của nhiệt lượng kế.

**Lời giải.**

Gọi  $m$  là khối lượng hơi nước ngưng tụ thành nước và  $m_d$  là khối lượng nước đá nóng chảy.

Khi có cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi của hệ bằng 0:

$$m_d\lambda - mL + mc(0 - 100) = 0 \Rightarrow m = 0,0127 \text{ kg}.$$

Lượng nước tăng thêm trong bình:

$$m_n = m_d + m = 112,7 \text{ g}.$$



**Câu 11.** Người ta đổ  $m_1$  (kg) nước ở nhiệt độ  $t_1 = 60^\circ\text{C}$  vào  $m_2$  (kg) nước đá ở nhiệt độ  $t_2 = -5^\circ\text{C}$ . Khi có cân bằng nhiệt, lượng nước thu được là  $m = 50 \text{ kg}$  có nhiệt độ  $t = 25^\circ\text{C}$ . Xác định  $m_1$  và  $m_2$ . Cho nhiệt dung riêng của nước và nước đá lần lượt là  $c_1 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $c_2 = 2100 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt nóng chảy riêng của nước đá  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg}$ .

**Lời giải.**

Ta có:

$$m_1 + m_2 = 50 \text{ kg} \quad (1.17)$$

Khi cân bằng nhiệt xảy ra, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$m_1c_1(t_{cb} - t_1) + m_2c_2(0 - t_2) + m_2\lambda + m_2c_1(t_{cb} - t_1) = 0.$$

$$-147000m_1 + 455500m_2 = 0 \quad (1.18)$$

Từ (1.17) và (1.18), suy ra:

$$\begin{cases} m_1 = 37,8 \text{ kg} \\ m_2 = 12,2 \text{ kg} \end{cases}$$



**Câu 12.** Cho 100 g nước đá ở nhiệt độ  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  vào 300 g nước ở nhiệt độ  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ . Hỏi nước đá có tan hết không? Nếu không, em hãy tính khối lượng nước đá còn lại.

Cho nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg}$  và nhiệt dung riêng của nước là  $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

Nhiệt lượng nước đá thu vào để nóng chảy hoàn toàn

$$Q_{\text{thu}} = m_d\lambda = 3,4 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

Nhiệt lượng nước tỏa ra để giảm nhiệt độ từ  $20^\circ\text{C}$  xuống  $0^\circ\text{C}$ :

$$Q_{\text{tỏa}} = m_n c (t_n - 0) = 2,52 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

Vì  $Q_{\text{thu}} > Q_{\text{toả}}$  nên nước đá không tan hết.

Gọi  $m$  là khối lượng nước đá tan.

Do nước đá không tan hết nên nhiệt độ của hệ khi cân bằng nhiệt là  $0^\circ\text{C}$ .

Khối lượng nước đá tan:

$$m = \frac{Q_{\text{toả}}}{\lambda} \approx 0,07412 \text{ kg} \approx 74,12 \text{ g.}$$

Vậy: khối lượng nước đá còn lại là xấp xỉ 25,88 g. □

### Câu 13.

- a) Tính nhiệt lượng do 500 g nước ở  $30^\circ\text{C}$  toả ra khi nhiệt độ của nó hạ xuống  $0^\circ\text{C}$ .  
 b) Để biến lượng nước trên thành nước đá, người ta bỏ vào nước trên một khối nước đá ở nhiệt độ  $-10^\circ\text{C}$ . Tính khối lượng nước đá tối thiểu cần dùng.

Cho:

- nhiệt dung riêng của nước  $c_n = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;
- nhiệt dung riêng của nước đá  $c_d = 2000 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;
- nhiệt nóng chảy riêng của nước đá  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ .

### Lời giải.

- a) Nhiệt lượng do 500 g nước đá toả ra để hạ nhiệt độ từ  $30^\circ\text{C}$  xuống  $0^\circ\text{C}$ :

$$Q_1 = m_n c_n (t_n - 0) = 63 \text{ kJ.}$$

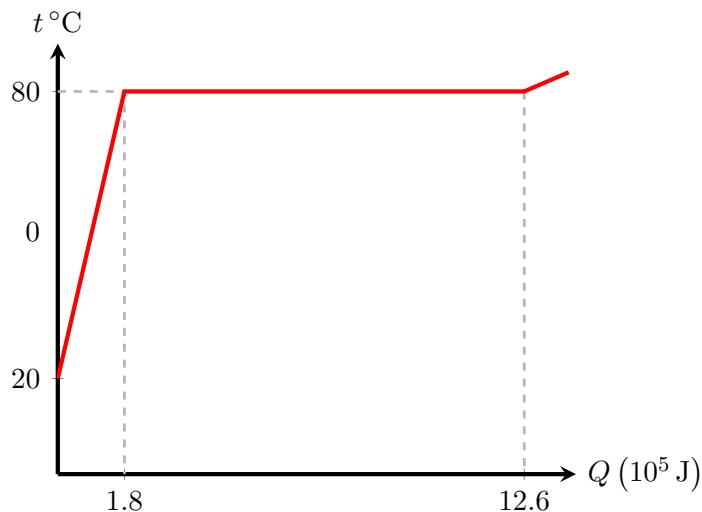
- b) Nhiệt lượng tối thiểu lượng nước trên cần toả ra để đông thành đá (nước đá ở  $0^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{\text{toả}} = Q_1 + m_n \lambda = 233 \text{ kJ.}$$

Nhiệt lượng do đá ở  $-10^\circ\text{C}$  thu vào để tăng nhiệt độ lên  $0^\circ\text{C}$  bằng nhiệt lượng do nước toả ra, do đó khối lượng đá cần dùng:

$$m_{\text{đá}} = \frac{Q_{\text{toả}}}{c_d (0 - t_d)} = 11,65 \text{ kg.}$$
□

**Câu 14.** Cho đồ thị biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ của khối chất lỏng theo nhiệt lượng cung cấp có dạng như hình bên. Biết nhiệt dung riêng của chất lỏng đó là  $c = 2500 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Xác định nhiệt hóa hơi riêng của chất lỏng trên.



### Lời giải.

Nhiệt lượng chất lỏng thu vào để tăng nhiệt độ từ  $20^\circ\text{C}$  lên  $80^\circ\text{C}$ :

$$Q_1 = mc(t_2 - t_1).$$

Nhiệt lượng chất lỏng thu vào để hóa hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi:

$$Q_2 - Q_1 = mL.$$

Ta có:

$$\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} = \frac{L}{c\Delta t} \Rightarrow L = \left( \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \right) c\Delta t = \left( \frac{12,6 \text{ J} - 1,8 \text{ J}}{1,8 \text{ J}} \right) \cdot [2500 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 9 \cdot 10^5 \text{ J/kg.}$$



**Câu 15.** Thả 1 quả cầu bằng thép có khối lượng  $m_1 = 2 \text{ kg}$  được nung tới nhiệt độ  $600^\circ\text{C}$  vào một hỗn hợp nước và đá ở  $0^\circ\text{C}$ . Hỗn hợp có khối lượng tổng cộng là  $m_2 = 2 \text{ kg}$ .

- Tính khối lượng nước đá có trong hỗn hợp. Biết nhiệt độ cuối cùng của hỗn hợp là  $50^\circ\text{C}$ .
- Thực ra, trong quá trình trên có một lớp nước tiếp xúc trực tiếp với quả cầu bị hoá thành hơi nên nhiệt độ cuối cùng của hỗn hợp chỉ là  $48^\circ\text{C}$ . Tính khối lượng nước đã hoá thành hơi.

Cho:

- nhiệt dung riêng của thép  $c_1 = 460 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;
- nhiệt dung riêng của nước  $c_2 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;
- nhiệt nóng chảy riêng của nước đá  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ ;
- nhiệt hoá hơi riêng của nước  $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ .

### Lời giải.

- Gọi  $m_n$  và  $m_d$  lần lượt là khối lượng nước và đá có trong hỗn hợp ban đầu.

Khi cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$m_d \lambda + m_2 c_2 (t_{cb} - 0) + m_1 c_1 (t_{cb} - t_1) = 0$$

$$\Leftrightarrow m_d = \frac{m_1 c_1 (t_1 - t_{cb}) - m_2 c_2 t_{cb}}{\lambda} = 0,253 \text{ kg.}$$

- Phần nhiệt lượng bị mất mát đi khi chỉ đạt nhiệt độ cân bằng ở  $48^\circ\text{C}$  thay vì  $50^\circ\text{C}$  bằng nhiệt lượng  $m$  (kg) nước thu vào để tăng nhiệt độ từ  $48^\circ\text{C}$  lên  $100^\circ\text{C}$  và hoá hơi hoàn toàn:

$$m_2 c_2 (50 - 48) = m c_2 (100 - 48) + mL \Rightarrow m = 6,67 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 6,67 \text{ g.}$$



# Bài 6

## BÀI TẬP VẬT LÝ NHIỆT

### A ÔN TẬP LÝ THUYẾT

#### 1 Khi nội năng của vật biến đổi chỉ bằng cách truyền nhiệt

✓ Nếu quá trình truyền nhiệt chỉ làm thay đổi nhiệt độ của vật, không làm vật chuyển thể thì:

$$\Delta U = Q; \quad Q = mc\Delta t \quad \text{và} \quad Q_{\text{thu}} = Q_{\text{toả}}.$$

✓ Nếu quá trình truyền nhiệt làm vật chuyển từ thể này sang thể khác ở nhiệt độ không đổi thì:

$$\Delta U = Q; \quad Q = \lambda m; \quad Q = Lm \quad \text{và} \quad Q_{\text{thu}} = Q_{\text{toả}}.$$

#### 2 Khi nội năng của vật biến đổi bằng cả hai cách truyền nhiệt và thực hiện công

$$\Delta U = Q + A$$

Các công thức tính công cơ học:

- ✓ Công ngoại lực:  $A = F s \cos \alpha;$
- ✓ Công ngoại lực:  $A = W_{d2} - W_{d1};$
- ✓ Công ngoại lực:  $A = \mathcal{P}t;$
- ✓ Công lực thế:  $A = W_{t1} - W_{t2}.$

### B VÍ DỤ MINH HOA

#### Dạng 1. Vận dụng định luật I nhiệt động lực học

**Ví dụ 1.** Để làm nguội một sản phẩm bằng đồng có khối lượng 50 g đã bị nung nóng, người thợ thủ công thả nó vào một bình nhiệt lượng kế đựng 400 g nước ở  $20^{\circ}\text{C}$  từ độ cao cách mặt nước trong bình 5 cm. Khi sản phẩm đã nằm yên ở đáy bình và trong bình có cân bằng nhiệt thì nhiệt độ của nước là  $22^{\circ}\text{C}$ .

- Dựa vào cơ sở nào để biết nội năng của nước đã biến đổi? Tính độ biến thiên nội năng này.
- Nội năng của nước được biến đổi bằng những cách nào? Tính độ biến thiên nội năng của nước gây ra bởi mỗi cách.
- Sản phẩm được nung nóng tới nhiệt độ bao nhiêu?

Biết độ cao của nước trong bình nhiệt lượng kế là 20 cm, nhiệt dung riêng của nước là  $4190 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , của đồng là  $380 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ; lấy  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Bỏ qua sự truyền năng lượng của nước, sản phẩm cho bình nhiệt lượng kế và môi trường xung quanh. Coi lượng nước trong bình không đổi và lực đẩy Archimedes là không đáng kể.

#### Lời giải.

Đây là bài toán về sự biến đổi nội năng bằng cả hai cách: nhận công và truyền nhiệt.

##### Xác định trạng thái ban đầu và cuối của hệ vật:

Vì bỏ qua mọi sự truyền năng lượng cho nhiệt lượng kế và môi trường xung quanh nên hệ trao đổi năng lượng chỉ có nước trong nhiệt lượng kế và sản phẩm.

✓ Trạng thái đầu: Nước ở nhiệt độ  $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$ ; sản phẩm ở độ cao  $h_1 = 0,25 \text{ m}$  so với đáy bình và nhiệt độ  $t^{\circ}\text{C}$ .

✓ Trạng thái cuối: Nước ở nhiệt độ  $t_2 = 22^{\circ}\text{C}$ ; sản phẩm ở độ cao  $h_2 = 0 \text{ m}$  và nhiệt độ  $22^{\circ}\text{C}$ .

a) Dựa vào sự tăng nhiệt độ của nước mà biết nội năng của nước tăng.

Do nước muốn tăng nhiệt độ  $\Delta t_n = t_2 - t_1$  thì phải nhận thêm nhiệt lượng  $Q_n = m_n c_n \Delta t_n = (0,4 \text{ kg}) \cdot [4190 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (22^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) = 3352 \text{ J}$ , nên độ tăng nội năng của nước là:

$$\Delta U = Q_n = 3352 \text{ J}.$$

b) Nội năng của nước tăng lên bằng hai cách là nhận công của sản phẩm khi rơi và nhận nhiệt của sản phẩm truyền cho.

Sản phẩm rơi vào nước bị nước cản nên phải thực hiện công để chống lại sức cản của nước. Do bỏ qua tác dụng của lực đẩy Archimedes, nên công do sản phẩm thực hiện bằng công trọng lực của sản phẩm:

$$A = W_{t1} - W_{t2} = mg(h_1 - h_2) = (0,05 \text{ kg}) \cdot (9,81 \text{ m/s}^2) \cdot (0,25 \text{ m} - 0 \text{ m}) \approx 0,12 \text{ J.}$$

Độ tăng nội năng của nước do nhận được công là 0,12 J.

Sản phẩm bị nung nóng nên khi rơi vào nước nó truyền nhiệt cho nước. Theo định luật I nhiệt động lực học, ta tính được nhiệt lượng do sản phẩm toả ra:

$$Q = \Delta U - A = 3352 \text{ J} - 0,12 \text{ J} = 3351,88 \text{ J.}$$

Độ tăng nội năng của nước do truyền nhiệt là 3351,88 J.

c) Độ biến thiên nhiệt độ của sản phẩm:

$$Q_s = m_s c_s \Delta t_s \Rightarrow \Delta t_s = \frac{Q_s}{m_s c_s}$$

Vì nhiệt lượng do nước nhận được bằng nhiệt lượng do sản phẩm toả ra nên  $Q_s = -Q = -3351,88 \text{ J.}$

$$\begin{aligned} \Rightarrow t_s - t_0 &= \frac{-3351,88 \text{ J}}{(0,05 \text{ kg}) \cdot (380 \text{ J/kg} \cdot \text{K})} \approx -176,41 \text{ }^\circ\text{C} \\ \Rightarrow t_0 &= t_s + 176,41 \text{ }^\circ\text{C} = 198,41 \text{ }^\circ\text{C.} \end{aligned}$$



## Dạng 2. Bài toán về hiệu suất truyền nhiệt

**Ví dụ 1.** Dùng bếp điện để đun một ấm nhôm khối lượng 600 g đựng 1,5 lít nước ở nhiệt độ 20 °C. Sau 35 phút đã có 20 % lượng nước trong ấm hoá hơi ở nhiệt độ 100 °C. Tính nhiệt lượng trung bình mà bếp điện cung cấp cho ấm nước trong mỗi giây, biết chỉ có 75 % nhiệt lượng mà bếp toả ra được dùng vào việc đun ấm nước. Biết nhiệt dung riêng của nhôm là 880 J/(kg · K), của nước là 4190 J/(kg · K); nhiệt hoá hơi riêng của nước ở nhiệt độ sôi 100 °C là  $2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ , khối lượng riêng của nước là 1 kg/lít.

### Lời giải.

Gọi:

- $m_1, c_1$  lần lượt là khối lượng ấm nhôm và nhiệt dung riêng của nhôm;
- $m_2, c_2$  lần lượt là khối lượng của nước và nhiệt dung riêng của nước.

Khối lượng nước trong ấm:

$$m_2 = V_2 D_2 = (1,5 \text{ lít}) \cdot (1,5 \text{ kg/lít}) = 1,5 \text{ kg.}$$

Nhiệt lượng ấm nhôm thu vào để tăng nhiệt độ từ 20 °C lên 100 °C:

$$Q_1 = m_1 c_1 \Delta t = (0,6 \text{ kg}) \cdot [880 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}] \cdot (100 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) = 42240 \text{ J.}$$

Nhiệt lượng nước thu vào để tăng nhiệt độ từ 20 °C lên 100 °C và 20 % lượng nước hoá thành hơi:

$$Q_2 = m_2 c_2 \Delta t + 20\% m_2 L = (1,5 \text{ kg}) \cdot [4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}] \cdot (80 \text{ }^\circ\text{C}) + 20\% \cdot (1,5 \text{ kg}) \cdot (2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}) = 1180,8 \text{ kJ.}$$

Nhiệt lượng do bếp điện cung cấp:

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2}{H} = 1630,72 \text{ kJ.}$$

Nhiệt lượng trung bình mà bếp điện cung cấp cho ấm nước trong mỗi giây:

$$\mathcal{P} = \frac{Q}{t} = \frac{1630,72 \text{ kJ}}{35 \cdot 60 \text{ s}} \approx 776,5 \text{ W.}$$



### ❖ **Ví dụ 2.**

- a) Tính nhiệt lượng cần thiết để 2 kg nước đá ở  $-10^{\circ}\text{C}$  hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi, cho biết:
- nhiệt dung riêng của nước đá là  $1800 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;
  - nhiệt dung riêng của nước  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;
  - nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $34 \cdot 10^4 \text{ J/kg}$ ;
  - nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $23 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ .
- b) Nếu dùng một bếp dầu hoả có hiệu suất 80 %, người ta phải đốt cháy hoàn toàn bao nhiêu lít dầu để cho 2 kg nước đá ở  $-10^{\circ}\text{C}$  biến thành hơi.  
Cho biết:
- khối lượng riêng của dầu hoả là  $800 \text{ kg/m}^3$ ;
  - năng suất tỏa nhiệt của dầu hoả là  $44 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ .

### ❖ **Lời giải.**

- a) Quá trình nước đá  $-10^{\circ}\text{C}$  hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi trải qua 4 giai đoạn:
- Nước đá thu nhiệt để tăng nhiệt độ từ  $-10^{\circ}\text{C}$  lên  $0^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_1 = mc_d (0 - t_0) = (2 \text{ kg}) \cdot [1800 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (10^{\circ}\text{C}) = 36 \text{ kJ}.$$

- Nước đá thu nhiệt để nóng chảy hoàn toàn ở  $0^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_2 = m\lambda = (2 \text{ kg}) \cdot (34 \cdot 10^4 \text{ J/kg}) = 680 \text{ kJ}.$$

- Nước thu nhiệt để tăng nhiệt độ từ  $0^{\circ}\text{C}$  đến  $100^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_3 = mc_n (100^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}) = (2 \text{ kg}) \cdot [4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \cdot (100^{\circ}\text{C}) = 840 \text{ kJ}.$$

- Nước hoá hơi hoàn toàn ở  $100^{\circ}\text{C}$ :

$$Q_4 = mL = (2 \text{ kg}) \cdot (23 \cdot 10^5 \text{ J/kg}) = 4600 \text{ kJ}.$$

Tổng nhiệt lượng đá cần thu vào để hoá hơi hoàn toàn ở  $100^{\circ}\text{C}$ :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 6156 \text{ kJ}.$$

- b) Nhiệt lượng bếp dầu cần cung cấp:

$$Q_{\text{tp}} = \frac{Q}{H} = \frac{6156 \text{ kJ}}{80 \%} = 7695 \text{ kJ}.$$

Khối lượng dầu cần đốt để tạo ra nhiệt lượng như trên:

$$m = \frac{Q_{\text{tp}}}{q} = \frac{7695 \cdot 10^3 \text{ J}}{44 \cdot 10^6 \text{ J/kg}} \approx 0,175 \text{ kg}.$$

Thể tích dầu cần đốt:

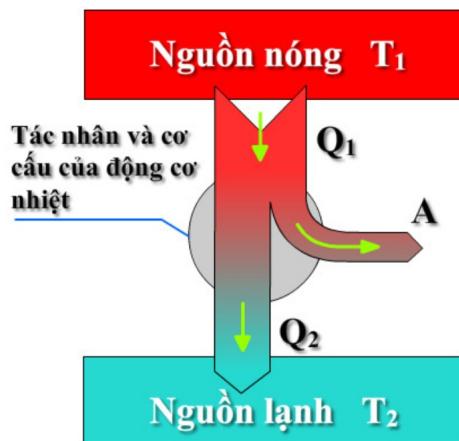
$$V = \frac{m}{D} = \frac{0,175 \text{ kg}}{800 \text{ kg/m}^3} \approx 2,19 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,219 \text{ lít.}$$

### ❖ **Dạng 3. Bài tập về động cơ nhiệt**

Động cơ nhiệt là thiết bị biến đổi nhiệt lượng thành công.

- Nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt**

Tác nhân nhận nhiệt lượng  $Q_1$  từ nguồn nóng biến một phần nhiệt lượng nhận được này thành công  $A$  và tỏa phần nhiệt lượng  $Q_2$  còn lại cho nguồn lạnh.



☛ **Hiệu suất của động cơ nhiệt**

$$H = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}.$$

**A** *Động cơ nhiệt không thể chuyển đổi toàn bộ nhiệt lượng nhận được thành công ( $H < 1$ ). Hiệu suất cực đại của động cơ nhiệt:*

$$H_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

**Ví dụ 1.** Một động cơ nhiệt làm việc sau một thời gian thì tác nhân đã nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng  $Q_1 = 1,5 \cdot 10^6$  J, truyền cho nguồn lạnh nhiệt lượng  $Q_2 = 1,2 \cdot 10^6$  J. Hiệu suất thực của động cơ nhiệt này là bao nhiêu?

**Lời giải.**

Hiệu suất thực của động cơ nhiệt:

$$H = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{1,2 \cdot 10^6 \text{ J}}{1,5 \cdot 10^6 \text{ J}} = 20\%.$$

**Ví dụ 2.** Máy hơi nước công suất 10 kW tiêu thụ 10 kg than đá trong 1 giờ. Biết hơi nước vào và ra cylanh có nhiệt độ 227 °C và 100 °C. Năng suất toả nhiệt của than đá là  $3,6 \cdot 10^7$  J/kg. Tính hiệu suất thực của máy và của một động cơ nhiệt lí tưởng làm việc với nhiệt độ nguồn nóng và nguồn lạnh nói trên.

**Lời giải.**

Hiệu suất của một động cơ nhiệt lí tưởng hoạt động giữa hai nguồn nhiệt 227 °C và 100 °C:

$$T_1 = t_1 + 273 = 500 \text{ K}; \quad T_2 = t_2 + 273 = 373 \text{ K}.$$

$$H_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 25,4\%.$$

Hiệu suất thực của động cơ:

$$H = \frac{A}{Q} = \frac{\mathcal{P}t}{mq} = \frac{(10 \cdot 10^3 \text{ W}) \cdot (3600 \text{ s})}{(10 \text{ kg}) \cdot (3,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg})} = 10\%.$$



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Một động cơ nhiệt lí tưởng thực hiện một công 5 kJ đồng thời truyền cho nguồn lạnh nhiệt lượng 15 kJ. Hiệu suất của động cơ nhiệt này là

- (A) 33,33 %. (B) 75 %. (C) 25 %. (D) 66,67 %.

**Lời giải.**

$$H = \frac{A}{Q_1} = \frac{A}{Q_2 + A} = 25 \%$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 2.** Một động cơ nhiệt làm việc giữa hai nguồn nhiệt. Nhiệt lượng tác nhân nhận của nguồn nóng trong một chu trình là 2400 J. Hiệu suất của động cơ nhiệt là 25 %. Nhiệt lượng tác nhân truyền cho nguồn lạnh trong một chu trình là

- (A) 1200 J. (B) 2400 J. (C) 600 J. (D) 1800 J.

**Lời giải.**

$$H = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow Q_2 = 1800 \text{ J.}$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 3.** Một động cơ nhiệt nhả cho nguồn lạnh 80 % nhiệt lượng mà nó thu được từ nguồn nóng. Hiệu suất của động cơ nhiệt này là

- (A) 20 %. (B) 37 %. (C) 50 %. (D) 80 %.

**Lời giải.**

Hiệu suất của động cơ nhiệt:

$$H = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 20 \%$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 4.** Người ta phải tốn 150 g dầu hoả để đun sôi được 4,5 lít nước ở nhiệt độ ban đầu 20 °C. Cho biết khối lượng riêng của nước là 1 kg/lít, nhiệt dung riêng của nước là 4200 J/(kg · K), năng suất toả nhiệt của dầu hoả là  $44 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . Hiệu suất của bếp đun là

- (A) 22,9 %. (B) 2,29 %. (C) 12,9 %. (D) 26,9 %.

**Lời giải.**

Hiệu suất của bếp đun:

$$H = \frac{m_n c \Delta t}{m_d q} = 22,9 \%$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 5.** Để đun sôi một lượng nước bằng bếp dầu có hiệu suất 30 %, phải dùng hết 1 lít dầu. Để đun sôi cũng lượng nước trên với bếp dầu có hiệu suất 20 % thì phải dùng

- (A) 2 lít dầu. (B) 0,5 lít dầu. (C) 1,5 lít dầu. (D) 3 lít dầu.

**Lời giải.**

$$V_2 = \frac{V_1 H_1}{H_2} = 1,5 \text{ L.}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 6.** Khi dùng lò có hiệu suất  $H_1$  để làm chảy một lượng quặng, phải đốt hết  $m_1$  (kg) nhiên liệu có năng suất toả nhiệt  $q_1$ . Nếu dùng lò có hiệu suất  $H_2$  để làm chảy lượng quặng trên thì phải đốt hết  $m_2 = 3m_1$  (kg) nhiên liệu có năng suất toả nhiệt  $q_2 = 0,5q_1$ . Hệ thức liên hệ giữa  $H_1$  và  $H_2$  là

- (A)  $H_1 = H_2$ . (B)  $H_1 = 2H_2$ . (C)  $H_1 = 3H_2$ . (D)  $H_1 = 1,5H_2$ .

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} H &= \frac{Q}{mq} \\ \Rightarrow \frac{H_1}{H_2} &= \frac{m_2 q_2}{m_1 q_1} = \frac{3}{2}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 7.** Một động cơ nhiệt có hiệu suất 25% và công suất 30 kW. Nhiệt lượng mà động cơ toả ra cho nguồn lạnh trong 5 giờ làm việc liên tục là

- (A)  $176 \cdot 10^7$  J. (B)  $194 \cdot 10^7$  J. (C)  $213 \cdot 10^7$  J. (D)  $162 \cdot 10^7$  J.

**Lời giải.**

$$H = \frac{A}{A + Q_2} = \frac{\mathcal{P}t}{\mathcal{P}t + Q_2} \Rightarrow Q_2 = 162 \cdot 10^7 \text{ J.}$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 8.** Một đầu máy diezen xe lửa có công suất  $3 \cdot 10^6$  W và có hiệu suất 25%. Cho biết năng suất toả nhiệt của nhiên liệu là  $4,2 \cdot 10^7$  J/kg. Nếu đầu máy chạy hết công suất thì khối lượng nhiên liệu tiêu thụ trong mỗi giờ **gần giá trị nào nhất** sau đây?

- (A) 2489 kg. (B) 1429 kg. (C) 1028 kg. (D) 1056 kg.

**Lời giải.**

Khối lượng nhiên liệu tiêu thụ trong 1 giờ khi động cơ xe lửa hoạt động hết công suất:

$$m = \frac{\mathcal{P}t}{qH} \approx 1028,57 \text{ kg.}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 9.** Một máy bơm sau khi tiêu thụ hết 8 kg dầu thì đưa được  $700 \text{ m}^3$  nước lên cao 8 m. Biết năng suất toả nhiệt của dầu dùng cho máy bơm này là  $4,6 \cdot 10^7$  J/kg. Xem rằng nước được đưa lên cao một cách đều đặn, khối lượng riêng của nước  $1000 \text{ kg/m}^3$ , gia tốc trọng trường  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Hiệu suất của máy bơm là

- (A) 15,22 %. (B) 24,46 %. (C) 1,52 %. (D) 2,45 %.

**Lời giải.**

Hiệu suất máy bơm:

$$H = \frac{\rho V g h}{q m_d} \approx 15,22 \text{ %.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 10.** Một ô tô chạy 100 km với lực kéo không đổi 700 N thì tiêu thụ hết 6 lít xăng. Biết năng suất toả nhiệt của xăng là  $4,6 \cdot 10^7$  J/kg, khối lượng riêng của xăng là  $700 \text{ kg/m}^3$ . Hiệu suất của động cơ ô tô là

- (A) 25 %. (B) 36 %. (C) 0,36 %. (D) 17,75 %.

**Lời giải.**

Hiệu suất của động cơ ô tô:

$$H = \frac{A}{Q} = \frac{F s}{\rho_{\text{xăng}} V q} = 36,23 \text{ %.}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 11.** Một nhà máy điện tiêu thụ 0,35 kg nhiên liệu cho mỗi 1 kW h điện năng. Cho biết năng suất toả nhiệt của nhiên liệu trên là  $42 \text{ MJ/kg}$ . Hiệu suất của động cơ nhiệt dùng trong nhà máy điện **gần nhất** với giá trị nào sau đây?

- (A) 38 %. (B) 15 %. (C) 20 %. (D) 24 %.

**Lời giải.**

Hiệu suất của động cơ nhiệt dùng trong nhà máy:

$$H = \frac{A}{Q_{\text{tp}}} = \frac{(10^3 \text{ W}) \cdot (3600 \text{ s})}{(0,35 \text{ kg}) \cdot (42 \cdot 10^6 \text{ J/kg})} \approx 24,5 \text{ %.}$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 12.** Một chiếc xe máy hoạt động với công suất  $3,2 \text{ kW}$  và chuyển động đều với tốc độ  $45 \text{ km/h}$ . Hiệu suất của động cơ là 25%, năng suất toả nhiệt của xăng là  $4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ , khối lượng riêng của xăng là  $700 \text{ kg/m}^3$ . Với 2 lít xăng thì xe máy đi được bao nhiêu km?

- (A) 100,6 km. (B) 63 km. (C) 45 km. (D) 54 km.

**Lời giải.**

Thời gian động cơ xe máy hoạt động được khi tiêu thụ 2 lít xăng:

$$t = \frac{q\rho V}{\mathcal{P}} \cdot H = 5031,25 \text{ s} = 1,39 \text{ h.}$$

Quãng đường xe máy đi được:

$$s = vt \approx 62,89 \text{ km.}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 13.** Một động cơ ô tô hoạt động với công suất 20 kW và ô tô chuyển động đều với tốc độ 72 km/h. Ô tô tiêu thụ 20 lít xăng thì chạy được quãng đường 200 km. Biết khối lượng riêng của xăng là  $700 \text{ kg/m}^3$ , năng suất toả nhiệt của xăng là  $4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ . Hiệu suất của động cơ ô tô khi đó là

- (A) 31 %. (B) 61 %. (C) 63 %. (D) 36 %.

**Lời giải.**

Hiệu suất của ô tô:

$$H = \frac{\mathcal{P} \cdot \frac{s}{v}}{\rho V q} \approx 31,05 \text{ %.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 14.** Dùng một bếp dầu hoả để đun sôi 2 lít nước từ  $15^\circ\text{C}$  thì mất 10 phút. Biết rằng chỉ có 40 % nhiệt lượng do dầu toả ra làm nóng nước. Lấy nhiệt dung riêng của nước là  $4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , năng suất toả nhiệt của dầu hoả là  $46 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ , khối lượng riêng của nước là  $1 \text{ g/cm}^3$ . Lượng dầu hoả cần dùng trong mỗi phút là

- (A) 0,619 g. (B) 0,619 kg. (C) 3,87 g. (D) 3,87 kg.

**Lời giải.**

Khối lượng dầu cần dùng trong mỗi phút:

$$m = \frac{Q}{qH} = \frac{mc\Delta t}{qH} = 3,87 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 3,87 \text{ g.}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 15.** Người ta cần nấu chảy 10 tấn đồng trong lò nung dùng dầu làm nhiên liệu đốt. Cho biết nhiệt độ ban đầu, nhiệt độ nóng chảy, nhiệt dung riêng và nhiệt nóng chảy riêng của đồng lần lượt là  $13^\circ\text{C}$ ,  $1083^\circ\text{C}$ ,  $380 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ,  $1,8 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Nhiệt lượng toả ra khi đốt cháy 1 kg dầu là  $4,6 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ . Nếu hiệu suất nung của lò là 30 % thì khối lượng dầu cần dùng là

- (A) 425,1 kg. (B) 127,5 kg. (C) 38,3 kg. (D) 432,2 kg.

**Lời giải.**

Nhiệt lượng đồng cần thu vào để nóng chảy hoàn toàn:

$$Q = mc\Delta t + m\lambda = 58,66 \cdot 10^8 \text{ J.}$$

Khối lượng xăng cần dùng:

$$m = \frac{Q}{qH} = 425,1 \text{ kg.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 16.** Một ấm nhôm có khối lượng  $m_b = 600 \text{ g}$  chứa  $V = 1,5 \text{ lít}$  nước ở  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , sau đó đun bằng bếp điện. Sau thời gian  $t = 35 \text{ phút}$  thì đã có 20 % khối lượng nước đã hoá hơi ở nhiệt độ sôi  $t_2 = 100 \%$ . Biết rằng, 75 % nhiệt lượng mà bếp cung cấp được dùng vào việc đun nước. Cho biết nhiệt dung riêng của nước là  $c_n = 4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , của nhôm là  $c_b = 880 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , nhiệt hoá hơi riêng của nước ở  $100^\circ\text{C}$  là  $L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ , khối lượng riêng của nước là  $D = 1 \text{ kg/lít}$ . Công suất cung cấp nhiệt của bếp điện **gần giá trị nào nhất** sau đây?

- (A) 776 W. (B) 796 W. (C) 786 W. (D) 876 W.

**Lời giải.**

Khối lượng nước

$$m_n = VD = 1,5 \text{ kg.}$$

Tổng nhiệt lượng nước và âm thu vào:

$$Q = (m_n c_n + m_b c_b) \cdot (t_2 - t_1) + 20\% m_n L = 1\,223\,040 \text{ J}.$$

Diện năng tiêu thụ của âm:

$$A = \frac{Q}{H} = 1\,630\,720 \text{ J}.$$

Công suất của âm điện:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} \approx 776,5 \text{ W}.$$

Chọn đáp án **A**

## D TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

### Câu 1.

Cầu chì là linh kiện được sử dụng để bảo vệ thiết bị và lưới điện tránh sự cố ngắn mạch, hạn chế tình trạng cháy, nổ.



- a) Cầu chì có thể bảo vệ mạch điện dựa trên sự phụ thuộc của điện trở kim loại theo nhiệt độ.
- b) Dây chảy trong cầu chì thường được làm từ kim loại có nhiệt độ nóng chảy cao.
- c) Khi cường độ dòng điện qua mạch tăng vượt hạn, dây chì sẽ nóng chảy trước.
- d) Khi dây chảy trong cầu chì bị đứt, ta có thể nối cầu chì bằng dây sắt.

### Lời giải.

- a) Sai. Khi dòng điện qua mạch vượt hạn, dây chảy trong cầu chì nóng chảy trước và là hở mạch.
- b) Sai. Dây chảy được làm từ kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp.
- c) Đúng.
- d) Sai. Sắt là kim loại có nhiệt độ nóng chảy cao, khi cường độ dòng điện tăng quá lớn nhưng dây sắt nóng chảy chậm nên không bảo vệ được mạch điện.

## E BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Một bếp dầu đun sôi 1 lít nước đựng trong ấm bằng nhôm khối lượng  $m_2 = 300 \text{ g}$  thì sau thời gian  $t_1 = 10 \text{ min}$  nước sôi. Nếu dùng bếp trên để đun 2 lít nước trong cùng điều kiện thì sau bao lâu nước sôi? Cho nhiệt dung riêng của nước và nhôm lần lượt là  $c_1 = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $c_2 = 880 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Biết nhiệt do bếp dầu cung cấp một cách đều đặn.

### Lời giải.

Vì bếp dầu cung cấp nhiệt lượng một cách đều đặn nên

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{(m_2 c_2 + m'_1 c_1) \Delta t}{(m_2 c_2 + m_1 c_1) \Delta t} = \frac{m_2 c_2 + m'_1 c_1}{m_2 c_2 + m_1 c_1} \Rightarrow t_2 \approx 19,4 \text{ min}.$$

**Câu 2.** Khi thả một quả cầu nhôm khối lượng  $500 \text{ g}$  vào  $2 \text{ kg}$  nước ở  $25^\circ\text{C}$  thì nhiệt độ của chúng sau khi cân bằng nhiệt là  $30^\circ\text{C}$ . Hỏi nhiệt độ ban đầu của quả cầu nhôm là bao nhiêu? Biết nhiệt lượng hao phí trong trường hợp này bằng  $20\%$  nhiệt lượng do nước thu vào. Biết nhiệt dung riêng của nhôm là  $880 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt dung riêng của nước là  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Bỏ qua sự hoà hơi của nước ngay khi tiếp xúc với quả cầu.

### Lời giải.

Khi hệ cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 + Q_{hp} &= 0 \\ \Leftrightarrow m_1 C_1 (t_{cb} - t_1) + 1,2 m_2 C_2 (t_{cb} - t_2) &= 0 \\ \Rightarrow t_1 &\approx 144,55^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

**Câu 3.** Động cơ nhiệt lí tưởng làm việc giữa hai nguồn nhiệt  $27^{\circ}\text{C}$  và  $127^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt lượng tác nhân nhận từ nguồn nóng trong một chu trình là  $2400\text{ J}$ . Tính:

- hiệu suất của động cơ.
- công thực hiện trong một chu trình.
- nhiệt lượng truyền cho nguồn lạnh trong một chu trình.

**Lời giải.**

a)  $H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 25\%$ .

b)  $A = H \cdot Q_1 = 600\text{ J}$ .

c)  $Q_2 = Q_1 - A = 1800\text{ J}$ .



**Câu 4.** Máy hơi nước công suất  $1\text{ kW}$  tiêu thụ  $10\text{ kg}$  than đá trong  $1\text{ giờ}$ . Biết hơi nước vào và ra cylanh có nhiệt độ  $227^{\circ}\text{C}$  và  $100^{\circ}\text{C}$ . Năng suất toả nhiệt của than đá là  $3,6 \cdot 10^7\text{ J/kg}$ . Tính hiệu suất thực của máy và của một động cơ nhiệt lí tưởng làm việc giữa hai nhiệt độ nói trên.

**Lời giải.**

Hiệu suất của máy:

$$H = \frac{A}{Q} = \frac{\mathcal{P}t}{mq} = 10\%.$$

Hiệu suất của động cơ nhiệt lí tưởng:

$$H_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 25,4\%.$$



**Câu 5.** Một động cơ hơi nước lí tưởng là động cơ nhiệt có hiệu suất cực đại, hoạt động với nguồn nóng là lò hơi có nhiệt độ  $500\text{ K}$ . Nước được đưa vào lò hơi và được đun nóng để chuyển thể thành hơi nước. Hơi nước này làm piston chuyển động. Nhiệt độ của nguồn lạnh là nhiệt độ bên ngoài của không khí, bằng  $300\text{ K}$ .

- Tính công của động cơ hơi nước thực hiện khi lò hơi cung cấp cho tác nhân một nhiệt lượng bằng  $6,5 \cdot 10^3\text{ J}$ .
- Giả sử muốn tăng hiệu suất này lên  $45\%$  phải tăng nhiệt độ lò hơi lên một lượng bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

a)  $H = \frac{A}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Rightarrow A = 2600\text{ J}$ .

b)  $H_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Rightarrow T_1 \approx 545,46\text{ K}$ .



**Câu 6.** Búa máy  $10\text{ tấn}$  rơi từ độ cao  $2,3\text{ m}$  xuống một cọc sắt khối lượng  $200\text{ kg}$ . Biết  $40\%$  động năng của búa biến thành nhiệt làm nóng cọc sắt. Hỏi búa rơi bao nhiêu lần thì cọc tăng nhiệt độ thêm  $20^{\circ}\text{C}$ . Cho rằng cọc không toả nhiệt ra môi trường và nhiệt dung riêng của sắt là  $0,46\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

- Động năng của búa ngay trước khi va chạm với cọc:  $W_d = Mgh$ .
- Nhiệt lượng cọc thu được sau mỗi lần búa rơi:  $Q_0 = 0,4W_d = 0,4Mgh$ .
- Nhiệt lượng cọc thu được sau  $n$  lần búa rơi:  $Q = nQ_0 = mc\Delta t$ .

Suy ra:

$$n = \frac{mc\Delta t}{0,4Mgh} = 20.$$



# ÔN TẬP CHƯƠNG I

**A**

## CÂU TRẮC NGHIỆM NHIỀU PHƯƠNG ÁN LỰA CHỌN

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 18. Mỗi câu hỏi thí sinh chọn một phương án

**Câu 1.** Quy ước dấu nào sau đây phù hợp với định luật I của nhiệt động lực học?

- (A) Vật nhận công  $A < 0$ ; vật nhận nhiệt  $Q < 0$ .
- (B) Vật thực hiện công  $A > 0$ ; vật truyền nhiệt lượng  $Q < 0$ .
- (C) Vật nhận công  $A > 0$ ; vật nhận nhiệt lượng  $Q > 0$ .
- (D) Vật thực hiện công  $A > 0$ ; vật truyền nhiệt lượng  $Q > 0$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 2.** Ở nhiệt độ phòng, chất nào sau đây không tồn tại ở thể lỏng?

- (A) Rượu.
- (B) Nhôm.
- (C) Thuỷ ngân.
- (D) Nước.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 3.** Vật nào sau đây có cấu trúc tinh thể?

- (A) Chiếc cốc thuỷ tinh.
- (B) Hạt muối ăn.
- (C) Viên kim cương.
- (D) Miếng thạch anh.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 4.** Điều nào sau đây là sai khi nói về sự đông đặc?

- (A) Sự đông đặc là quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể rắn.
- (B) Với một chất rắn, nhiệt độ đông đặc luôn nhỏ hơn nhiệt độ nóng chảy.
- (C) Trong suốt quá trình đông đặc, nhiệt độ của vật không thay đổi.
- (D) Nhiệt độ đông đặc của các chất thay đổi theo áp suất bên ngoài.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 5.** Biểu thức nào sau đây là biểu thức chuyển đổi đúng đơn vị nhiệt độ từ  $^{\circ}\text{C}$  sang thang K?

- (A)  $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$ .
- (B)  $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) - 273$ .
- (C)  $T(\text{K}) = \frac{9}{5}t(^{\circ}\text{C}) + 273$ .
- (D)  $T(\text{K}) = \frac{9}{5}t(^{\circ}\text{C}) - 273$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 6.** Trong thang nhiệt độ Celsius, nhiệt độ không tuyệt đối là

- (A)  $100^{\circ}\text{C}$ .
- (B)  $-273^{\circ}\text{C}$ .
- (C)  $0^{\circ}\text{C}$ .
- (D)  $-32^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 7.** Đơn vị nhiệt nóng chảy riêng của vật rắn là

- (A) J.
- (B) J/K.
- (C) J/kg.
- (D)  $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 8.** Kết luận nào sau đây không đúng với thang nhiệt độ Celsius?

- (A) Đơn vị đo nhiệt độ là  $^{\circ}\text{C}$ .
- (B) Chọn mốc nhiệt độ nước đá đang tan ở áp suất 1 atm là  $0^{\circ}\text{C}$ .
- (C) Chọn mốc nhiệt độ nước sôi ở áp suất 1 atm là  $100^{\circ}\text{C}$ .
- (D)  $1^{\circ}\text{C}$  tương ứng với 273 K.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 9.** Nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ . Phát biểu nào dưới đây là **đúng**?

- (A) Mỗi kilogram nước cần thu một lượng nhiệt  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J}$  để bay hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi và áp suất chuẩn.
- (B) Mỗi kilogram nước cần thu một lượng nhiệt  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J}$  để bay hơi hoàn toàn.
- (C) Mỗi kilogram nước cần toả ra một lượng nhiệt  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J}$  để bay hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi.
- (D) Một lượng nước bất kì cần thu một lượng nhiệt là  $2,3 \cdot 10^6 \text{ J}$  để bay hơi hoàn toàn.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 10.** Hãy tìm ý **không đúng** với mô hình động học phân tử.

- (A) Tốc độ chuyển động của các phân tử cấu tạo nên vật càng lớn thì thể tích của vật càng lớn.
- (B) Các chất được cấu tạo từ các hạt riêng biệt gọi là phân tử.
- (C) Các phân tử chuyển động không ngừng.
- (D) Giữa các phân tử có lực tương tác gọi là lực liên kết phân tử.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 11.** Điểm đóng băng và điểm sôi của nước theo thang nhiệt độ Kelvin là

- (A) 273 K và 373 K.
- (B) 0 K và 100 K.
- (C) 73 K và 37 K.
- (D) 32 K và 212 K.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 12.** Người ta cung cấp cho khí trong một cylanh nằm ngang nhiệt lượng 2 J. Đồng thời nén piston một đoạn 5 cm với một lực có độ lớn là 20 N. Độ biến thiên nội năng của khí là

- (A) 3 J.
- (B) 1 J.
- (C) -1 J.
- (D) -3 J.

**Lời giải.**

$$\Delta U = Q + A = Q + F \cdot s = 3 \text{ J}.$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 13.** Nhiệt lượng cần cung cấp cho 0,5 kg nước ở  $0^\circ\text{C}$  đến khi nó sôi là bao nhiêu? Biết nhiệt dung riêng của nước là  $4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

- (A)  $5 \cdot 10^5 \text{ J}$ .
- (B)  $3 \cdot 10^5 \text{ J}$ .
- (C)  $4,18 \cdot 10^5 \text{ J}$ .
- (D)  $2,09 \cdot 10^5 \text{ J}$ .

**Lời giải.**

$$Q = mc\Delta t = 2,09 \cdot 10^5 \text{ J}.$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 14.** Biết nhiệt dung riêng của nước là  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Nhiệt lượng cần cung cấp cho 2 kg nước đá ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  là bao nhiêu để tăng nhiệt độ lên  $60^\circ\text{C}$  là

- (A)  $0,72 \cdot 10^6 \text{ J}$ .
- (B)  $1,184 \cdot 10^6 \text{ J}$ .
- (C)  $2,254 \cdot 10^6 \text{ J}$ .
- (D)  $1,548 \cdot 10^6 \text{ J}$ .

**Lời giải.**

Nhiệt lượng cần cung cấp cho 2 kg nước đá ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  là bao nhiêu để chuyển lên nhiệt độ  $60^\circ\text{C}$  là

$$Q = m\lambda + mc\Delta t = 1,184 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 15.** Một lượng nước và một lượng rượu có thể tích bằng nhau, được cung cấp các nhiệt lượng tương ứng là  $Q_1$  và  $Q_2$ . Biết khối lượng riêng của nước là  $1000 \text{ kg/m}^3$  và của rượu là  $800 \text{ kg/m}^3$ , nhiệt dung riêng của nước và rượu lần lượt là  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và  $2500 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Để độ tăng nhiệt độ của nước và rượu bằng nhau thì

- (A)  $Q_1 = Q_2$ .
- (B)  $Q_1 = 1,68Q_2$ .
- (C)  $Q_1 = 1,25Q_2$ .
- (D)  $Q_1 = 2,10Q_2$ .

**Lời giải.**

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1 c_1}{m_2 c_2} = \frac{\rho_1 c_1}{\rho_2 c_2} = 2,1.$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 16.** Một ấm đun nước bằng nhôm có khối lượng 400 g, chứa 3 lít nước được đun trên bếp. Khi nhận nhiệt lượng 740 kJ thì ấm đạt đến nhiệt độ 80 °C. Biết nhiệt dung riêng của nhôm là 880 J/(kg · K), nhiệt dung riêng của nước là 4190 J/(kg · K). Coi nhiệt lượng mà ấm tỏa ra bên ngoài là không đáng kể. Nhiệt độ ban đầu của ấm và nước là

- (A) 45,2 °C. (B) 22,7 °C. (C) 37,2 °C. (D) 16,7 °C.

**Lời giải.**

$$\Delta t = \frac{Q}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = 57,27^\circ\text{C} \Rightarrow t_0 = 22,7^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 17.** Người ta thực hiện công 100 J để nén khí trong một cylanh. Biết khí truyền ra môi trường xung quanh nhiệt lượng 30 J thì độ biến thiên nội năng của khí là

- (A) 30 J. (B) 130 J. (C) 70 J. (D) 100 J.

**Lời giải.**

Độ biến thiên nội năng của khí:

$$\Delta U = A + Q = 100 \text{ J} - 30 \text{ J} = 70 \text{ J}.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 18.** Một lượng khí khi bị nung nóng đã tăng thể tích thêm  $0,02 \text{ m}^3$  và nội năng biến thiên 1280 J. Biết trong quá trình thay đổi thể tích thì áp suất khí luôn bằng  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Nhiệt lượng đã truyền cho khí là

- (A) 2720 J. (B) 1280 J. (C) 5280 J. (D) 4000 J.

**Lời giải.**

Công khối khí thực hiện trong quá trình dãn nở:

$$A' = F \cdot \Delta x = pS\Delta x = p\Delta V = 4000 \text{ J}.$$

Nhiệt lượng mà khí đã nhận:

$$Q = \Delta U - A = \Delta U + A' = 5280 \text{ J}.$$

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.** Nhận định về các phát biểu sau khi nói về đặc điểm của các chất rắn, lỏng, khí.

- a) Các phân tử ở thể lỏng có khoảng cách giữa các phân tử nhỏ hơn khi ở thể rắn.
- b) Các phân tử trong thể khí tự do di chuyển và không bị ràng buộc bởi lực tương tác giữa chúng.
- c) Vật ở thể lỏng không có thể tích riêng, nhưng có hình dạng riêng.
- d) Vật ở thể rắn có thể tích và hình dạng riêng, rất khó nén.

**Lời giải.**

- a) Sai. Các phân tử thể lỏng có khoảng cách giữa các phân tử lớn hơn khi ở thể rắn.
- b) Sai. Có lực tương tác phân tử nhưng rất yếu.
- c) Sai. Vật ở thể lỏng có thể tích riêng, nhưng không có hình dạng riêng.
- d) Đúng.

**Câu 2.** Nhận định các phát biểu sau về nội năng của một hệ.

- a) Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật.
- b) Nội năng của một vật thay đổi trong quá trình truyền nhiệt và trong quá trình thực hiện công.
- c) Nội năng của vật A lớn hơn nội năng của vật B thì nhiệt độ của vật A lớn hơn nhiệt độ của vật B.
- d) Nội năng có thể chuyển hóa hoàn toàn thành cơ năng.

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Sai. Nội năng của hệ không chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của hệ mà còn phụ thuộc vào thể tích của hệ.
- d) Sai. Nội năng của hệ không thể chuyển hóa hoàn toàn thành cơ năng.

**Câu 3.** Một động cơ nhiệt lý tưởng hoạt động giữa hai nguồn nhiệt  $100^{\circ}\text{C}$  và  $24,5^{\circ}\text{C}$  thì thực hiện công  $2\text{ kJ}$ .

- a) Hiệu suất của động cơ là  $0,2$ .
- b) Nhiệt lượng động cơ nhận từ nguồn nóng là  $0,1\text{ kJ}$ .
- c) Nhiệt lượng động cơ cung cấp cho nguồn lạnh là  $1,9\text{ kJ}$ .
- d) Để động cơ đạt hiệu suất  $30\%$  thì phải tăng nhiệt độ nguồn nóng lên  $152^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Sai. Nhiệt lượng động cơ cung cấp cho nguồn lạnh là  $7,88\text{ kJ}$ .
- d) Đúng.

**Câu 4.** Dùng bếp điện để đun một ấm nhôm khối lượng  $600\text{ g}$  đựng  $1,5\text{ lít}$  nước ở nhiệt độ  $20^{\circ}\text{C}$ . Sau  $35\text{ min}$  đã cõ  $20\%$  lượng nước trong ấm hoá hơi ở nhiệt độ sôi  $100^{\circ}\text{C}$ . Biết có  $60\%$  nhiệt lượng mà bếp toả ra được dùng vào việc đun ấm nước. Cho nhiệt dung riêng của nhôm là  $880\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , của nước là  $4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt hoá hơi riêng của nước ở nhiệt độ sôi  $100^{\circ}\text{C}$  là  $2,26 \cdot 10^6\text{ J/kg}$  và khối lượng riêng của nước là  $1\text{ kg/lít}$ .

- a) Nhiệt lượng cần thiết để đun ấm nước từ  $20^{\circ}\text{C}$  đến  $100^{\circ}\text{C}$  là  $504\,000\text{ J}$ .
- b) Khối lượng nước đã hoá hơi là  $0,03\text{ kg}$ .
- c) Nhiệt lượng mà bếp điện cung cấp để đun nước đến khi sôi là  $910,4\text{ kJ}$ .
- d) Nhiệt lượng trung bình mà bếp điện cung cấp cho ấm nước trong mỗi giây là  $582,97\text{ J}$ .

**Lời giải.**

- a) Sai. Nhiệt lượng cần thiết để đun sôi ấm nước là  $546\,240\text{ J}$ .
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai. Nhiệt lượng trung bình mà bếp điện cung cấp cho ấm nước trong mỗi giây là  $971,6\text{ J}$ .



## CÂU TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 6.

**Câu 1.** Giả sử rằng các tuabin ở nhà máy nhiệt điện đã được nâng cấp, dẫn đến sự cải thiện về hiệu suất  $3,32\%$ . Biết rằng trước khi nâng cấp thì hiệu suất của nhà máy điện là  $36\%$ , nhiệt lượng truyền vào động cơ trong một ngày vẫn không đổi và bằng  $2,5 \cdot 10^{14}\text{ J}$ . Có thêm bao nhiêu lượng điện năng được sản xuất trong 1 ngày nhờ vào sự nâng cấp trên (tính theo đơn vị  $10^{12}\text{ J}$ )?

**Lời giải.**

$$\Delta A = Q_1 \Delta H = (2,5 \cdot 10^{14}\text{ J}) \cdot (3,32\%) = 8,3 \cdot 10^{12}\text{ J}.$$

**Câu 2.** Người ta thả một miếng đồng khối lượng  $0,5\text{ kg}$  vào  $500\text{ g}$  nước. Miếng đồng nguội đi từ  $80^{\circ}\text{C}$  xuống  $20^{\circ}\text{C}$ . Hỏi nước nóng lên thêm bao nhiêu  $^{\circ}\text{C}$  (làm tròn đến 2 số thập phân)? Biết nhiệt dung riêng của đồng là  $380\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , nhiệt dung riêng của nước là  $4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

**Lời giải.**

$$\Delta t = \frac{m_{\text{d}} c_{\text{d}} (80 - 20)}{m_{\text{n}} c_{\text{n}}} \approx 5,43^{\circ}\text{C}.$$

**Câu 3.** Một ấm điện có công suất  $1000\text{ W}$ . Tính thời gian cần thiết để đun sôi  $0,5\text{ lít}$  nước có nhiệt độ ban đầu là  $20^{\circ}\text{C}$  ở áp suất tiêu chuẩn theo đơn vị phút. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với vỏ ấm và môi trường. Cho hiệu suất ấm đun là  $40\%$ . Biết nhiệt dung riêng của nước là  $4200\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  và khối lượng riêng của nước là  $1\text{ kg/L}$ .

**Lời giải.**

$$t = \frac{mc\Delta t}{H\mathcal{P}} \approx 7\text{ min}.$$

**Câu 4.** Tính nhiệt lượng cần cung cấp (*theo đơn vị kJ*) cho 10 kg nước ở 30 °C chuyển thành hơi ở 100 °C. Cho biết nhiệt dung riêng của nước 4180 J/(kg · K) và nhiệt hoá hơi riêng của nước là  $2,3 \cdot 10^6$  J/kg.

**Lời giải.**

$$Q = mc\Delta t + mL = 25926 \text{ kJ.}$$



**Câu 5.**

10 viên nước đá được dùng để làm lạnh cốc nước soda có khối lượng 0,25 kg, mỗi viên đá có khối lượng 6 g. Ban đầu, nước soda trong cốc có nhiệt độ 20 °C. Xác định nhiệt độ cốc nước khi đá tan hết theo đơn vị °C và làm tròn đến 2 chữ số thập phân. Biết rằng nhiệt dung riêng của nước là 4186 J/(kg · K), nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là  $3,34 \cdot 10^5$  J/kg. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với cốc và môi trường bên ngoài.



**Lời giải.**

Khi có cân bằng nhiệt, tổng nhiệt lượng trao đổi trong hệ bằng 0:

$$\begin{aligned} 10m_d\lambda + m_n c_n (t_{cb} - t_0) &= 0 \\ \Rightarrow t_{cb} &\approx 0,69 \text{ °C.} \end{aligned}$$



**Câu 6.** Năm 1986, một tảng băng khổng lồ đã tách ra khỏi thềm băng Ross ở Nam Cực. Tảng băng có dạng gần như hình hộp chữ nhật với chiều dài 160 km, chiều rộng 40 km và dày 250 m. Khối lượng riêng của băng là  $917 \text{ kg/m}^3$ , nhiệt nóng chảy riêng của băng là  $3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ . Chỉ riêng ánh sáng Mặt Trời thì phải mất bao nhiêu năm để làm tan chảy được lớp băng dày như thế (*làm tròn đến 2 chữ số thập phân*). Cho rằng công suất toả nhiệt trung bình của Mặt Trời là  $100 \text{ W/m}^2$  và Mặt Trời chiếu sáng 12 h mỗi ngày.

**Lời giải.**

Nhiệt lượng cần cung cấp để làm tan khối băng:

$$Q = \rho V \lambda = Sh\rho\lambda.$$

Nhiệt lượng do Mặt Trời cung cấp:

$$Q = \mathcal{P}t$$

Thời gian cần để băng tan:

$$t = \frac{\rho h \lambda}{\mathcal{P}} = 212\,693 \text{ h.}$$

Mỗi ngày trung bình Mặt Trời chiếu sáng 12 h nên nếu chỉ riêng Mặt Trời chiếu sáng thì phải mất:

$$\frac{t}{12 \cdot 365} \approx 48,56 \text{ năm.}$$



# Chương 2

## KHÍ LÝ TƯỞNG

Bài 1

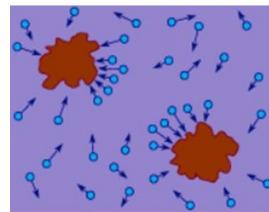
### MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ



#### A LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

##### 1 Chuyển động Brown

Chuyển động Brown là chuyển động hỗn loạn không ngừng, không theo quy luật, có quỹ đạo là những đường gấp khúc bất kì của các hạt nhẹ trong chất lỏng và chất khí. Chuyển động Brown chứng tỏ các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Nhiệt độ càng cao, các phân tử chuyển động càng nhanh.



a)



b)

Hình 2.1: a) Va chạm của các phân tử nước lên hạt phấn hoa, b) Minh họa quỹ đạo gấp khúc của một hạt phấn hoa trong nước.

##### 2 Chất khí

###### 2.1. Tính chất của chất khí

Chất khí có một số tính chất sau:

- Chất khí có hình dạng và thể tích của vật chứa nó.
- Chất khí có khối lượng riêng nhỏ hơn nhiều so với chất lỏng và chất rắn.
- Chất khí dễ bị nén.
- Chất khí gây ra áp suất lên thành bình chứa nó. Khi nhiệt độ tăng, áp suất khí tác dụng lên thành bình tăng.

###### 2.2. Lượng chất

Mol là lượng chất trong đó chứa số phân tử (hoặc nguyên tử) bằng

$$N_A \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$N_A$  được gọi là số Avogadro (số phân tử trong 1 mol chất).

Khối lượng mol của một chất là khối lượng của 1 mol chất đó, được kí hiệu là  $M$ .

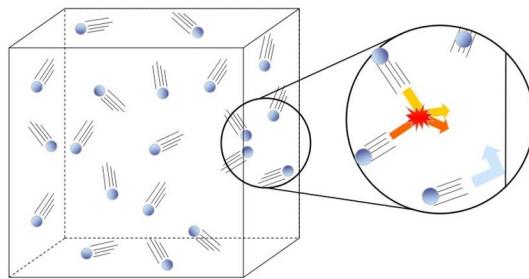
Nếu một mẫu chất có khối lượng  $m$ , chứa  $N$  phân tử thì số mol  $n$  của mẫu chất đó được xác định:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}.$$

### 3 Mô hình động học phân tử chất khí

Nội dung mô hình động học phân tử chất khí gồm các ý chính như sau:

- ✓ Chất khí gồm tập hợp rất nhiều các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách trung bình giữa chúng.
- ✓ Các phân tử khí luôn chuyển động hỗn loạn, không ngừng và được gọi là chuyển động nhiệt. Nhiệt độ càng cao, các phân tử khí chuyển động càng nhanh.
- ✓ Trong quá trình chuyển động, các phân tử khí va chạm với thành bình chứa, gây ra áp suất lên thành bình.



Hình 2.2: Các phân tử va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình trong quá trình chuyển động nhiệt.

### 4 Khí lí tưởng

Khí lí tưởng có các đặc điểm sau:

1. Các phân tử khí được coi là các *chất điểm*, không tương tác với nhau khi chưa va chạm.
2. Các phân tử khí tương tác khi va chạm với nhau và va chạm với thành bình. Các va chạm này là va chạm *hoàn toàn đàn hồi*.

**A** *Mô hình khí lí tưởng đơn giản hơn khí thực (khí tồn tại trong thực tế) nhưng vẫn phản ánh được các đặc điểm cơ bản của khí này.*

#### B VÍ DỤ MINH HỌA

##### ► **Dạng 1. Phân tích mô hình Brown, nếu được các phân tử trong chất khí chuyển động hỗn loạn.**

**Ví dụ 1.** Khi quan sát tia nắng mặt trời chiếu qua cửa sổ vào trong phòng, ta có thể thấy các hạt bụi trong ánh nắng chuyển động không ngừng. Chuyển động này có phải là chuyển động Brown không? Tại sao?

#### Lời giải.

Chuyển động của các hạt bụi trong trường hợp này không thể coi là chuyển động Brown vì chuyển động chủ yếu của các hạt bụi lúc bấy giờ là chuyển động theo dòng khí do hiện tượng đối lưu.

##### ► **Dạng 2. Vận dụng được thuyết động học phân tử chất khí**

**Ví dụ 1.** Trong quá trình bơm xe đạp, khi lốp xe đã gần căng, càng về cuối của mỗi lần bơm thì ta càng thấy khó nén piston xuống. Hãy giải thích hiện tượng trên.

#### Lời giải.

Càng về cuối quá trình bơm sǎm xe đạp, sǎm xe đã căng và khó tăng thể tích chứa khí bên trong. Trong khi đó, sau mỗi lần bơm thì số phân tử khí bên trong sǎm tăng lên đáng kể và làm tăng mật độ phân tử khí bên trong. Theo thuyết động học phân tử chất khí, khi mật độ phân tử khí bên trong sǎm tăng thì số va chạm của các phân tử khí lên thành sǎm và piston tăng. Do đó, áp suất khí tác động lên piston tăng và làm cho piston khó nén xuống hơn.

**Ví dụ 2.** Một phân tử oxygen đang chuyển động qua tâm một bình cầu có đường kính 0,20 m. Tốc độ của phân tử là 400 m/s. Ước tính số lần phân tử này va chạm vào thành bình chứa trong mỗi giây. Coi rằng tốc độ của phân tử là không đổi.

### ☞ Lời giải.

Trong điều kiện lý tưởng, xem như phân tử oxygen chuyển động thẳng và không bị đổi hướng do va chạm với các phân tử khí khác, tốc độ của phân tử là không đổi và va chạm của phân tử khí với thành bình là tuyệt đối đàn hồi. Ban đầu phân tử khí này chuyển động qua tâm bình cầu nên khi chạm vào thành bình, phân tử khí sẽ bật ngược trở lại với tốc độ như cũ và cũng đi qua tâm bình cầu.

Khoảng thời gian giữa 2 lần liên tiếp phân tử khí va chạm với thành bình:

$$T = \frac{2R}{v} = \frac{0,2\text{ m}}{400\text{ m/s}} = 5 \cdot 10^{-4}\text{ s.}$$

Số lần phân tử khí này va chạm vào thành bình trong mỗi giây:

$$f = \frac{1}{T} = 2000.$$



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Tính chất nào sau đây **không phải** là tính chất của chất khí?

- (A) Có hình dạng và thể tích riêng..
- (B) Có các phân tử chuyển động hỗn loạn không ngừng..
- (C) Có thể nén được dễ dàng..
- (D) Có khối lượng riêng nhỏ hơn so với chất rắn và chất lỏng..

### ☞ Lời giải.

Chọn đáp án (A)

**Câu 2.** Chọn phương án **sai**. Số Avogadro là

- (A) số phân tử (hay nguyên tử) có trong 22,4 lít khí ở điều kiện tiêu chuẩn ( $0^\circ\text{C}, 1\text{ atm}$ )..
- (B) số phân tử (hay nguyên tử) có trong 1 mol chất..
- (C) số phân tử (hay nguyên tử) có trong 1 đơn vị khối lượng chất..
- (D) số nguyên tử có trong 12 g  $^{12}\text{C}$ ..

### ☞ Lời giải.

Chọn đáp án (C)

**Câu 3.** Gọi  $M$  (g/mol) là khối lượng mol nguyên tử,  $N_A$  là số Avogadro. Biểu thức xác định số phân tử hay nguyên tử chứa trong  $m$  (g) của chất đó là

- (A)  $N = MmN_A$ ..
- (B)  $N = \frac{MN_A}{m}$ ..
- (C)  $N = \frac{mN_A}{M}$ ..
- (D)  $N = \frac{N_A}{mM}$ ..

### ☞ Lời giải.

Chọn đáp án (C)

**Câu 4.** Diền vào chỗ trống.

Chất khí trong đó các phân tử được coi là ... và chỉ tương tác khi ... được gọi là khí lí tưởng.

- (A) chất điểm; va chạm..
- (B) vật rắn; va chạm..
- (C) chất điểm; ở gần nhau..
- (D) vật rắn; ở gần nhau..

### ☞ Lời giải.

Chọn đáp án (A)

**Câu 5.** Nhận xét nào sau đây về các phân tử khí lí tưởng là **không đúng?**

- (A) Có thể tích riêng không đáng kể..
- (B) Có lực tương tác không đáng kể khi không va chạm..
- (C) Có khối lượng không đáng kể..
- (D) Có vận tốc càng lớn khi nhiệt độ phân tử càng cao..

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 6.** Chọn câu **sai**. Số Avogadro có giá trị bằng

- (A) số nguyên tử chứa trong 4 g helium..
- (B) số phân tử chứa trong 16 g oxygen..
- (C) số phân tử chứa trong 18 g nước lỏng..
- (D) số nguyên tử chứa trong 22,4 L khí trơ ở 0 °C và áp suất 1 atm..

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 7.** Một bình kín chứa  $N = 3,01 \cdot 10^{23}$  phân tử khí helium. Khối lượng helium chứa trong bình là

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

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 8.** Cho biết khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn là 1,29 kg/m<sup>3</sup>. Coi không khí như một chất khí thuần nhất, khối lượng mol của không khí là

- (A) 0,041 kg/mol..
- (B) 0,029 kg/mol..
- (C) 0,023 kg/mol..
- (D) 0,026 kg/mol..

**Lời giải.**

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{n \cdot (22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)} \Rightarrow M = \frac{m}{n} = 0,029 \text{ kg/mol.}$$

Chọn đáp án (B)



## D TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

**Câu 1.** Nhận định các phát biểu sau về đặc điểm của chuyển động Brown.

- a) Chuyển động Brown tuân theo một số quy luật nhất định.
- b) Quỹ đạo của chuyển động Brown là những đường gấp khúc.
- c) Chuyển động Brown là chuyển động của các hạt nhẹ trong chất rắn, lỏng, khí.
- d) Nhiệt độ càng cao thì các phân tử khí chuyển động càng hỗn loạn.

**Lời giải.**

- a) Sai. Chuyển động Brown không theo quy luật.
- b) Đúng.
- c) Sai. Chuyển động Brown là chuyển động của các hạt nhẹ trong chất lỏng và chất khí.
- d) Đúng.



**Câu 2.** Nhận định các phát biểu sau về nội dung thuyết động học phân tử chất khí.

- a) Chất khí gồm tập hợp nhiều các phân tử dao động nhiệt quanh các vị trí cân bằng của chúng.
- b) Nhiệt độ càng cao thì các phân tử khí chuyển động nhiệt càng nhanh.
- c) Kích thước các phân tử rất nhỏ so với khoảng cách trung bình giữa chúng.
- d) Áp suất khí được tạo ra bởi sự va chạm giữa các phân tử khí với nhau.

**Lời giải.**

- a) Sai. Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai. Sự va chạm của các phân tử khí với thành bình gây ra áp suất lên thành bình.



**Câu 3.** Nhận định các phát biểu sau đây về đặc điểm của khí lí tưởng

- Các phân tử khí được coi là chất điểm nên người ta có thể bỏ qua khối lượng các phân tử khí.
- Thể tích khối khí bằng thể tích bình chứa trừ đi thể tích riêng của các phân tử.
- Các phân tử khí chỉ tương tác với nhau khi va chạm.
- Nội năng của khối khí bằng tổng động năng chuyển động nhiệt của các phân tử khí và chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ.

**Lời giải.**

- Sai. Các phân tử khí được coi là chất điểm nên người ta có thể bỏ qua kích thước các phân tử khí.
- Sai. Thể tích khối khí bằng thể tích bình chứa.
- Đúng.
- Đúng.



**Câu 4.** Một người xịt nước hoa ở đầu phòng thì người ở cuối phòng vẫn nghe được mùi hương của nước hoa.

- Hiện tượng trên được gọi là sự khuếch tán.
- Các phân tử nước hoa chuyển động thành dòng từ đầu phòng sang cuối phòng chỉ nhờ vào đối lưu.
- Hiện tượng trên chứng tỏ nhiệt độ ở đầu phòng cao hơn nhiệt độ ở cuối phòng.
- Nhiệt độ trong phòng càng cao thì người ở cuối phòng càng sớm nhận ra mùi nước hoa.

**Lời giải.**

- Đúng.
- Sai. Sự dao động nhiệt của các phân tử khí và phân tử nước hoa làm cho chúng khuếch tán vào nhau.
- Sai. Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng về mọi phía nên không thể khẳng định được nhiệt độ nơi nào cao hơn.
- Đúng. Nhiệt độ càng cao, các phân tử chuyển động càng nhanh làm tốc độ khuếch tán diễn ra càng nhanh.



## E BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Mùi hôi từ các bãi rác thải là một vấn nạn đối với cư dân sống xung quanh. Khi thời tiết càng nắng nóng thì mùi hôi bốc ra càng nồng nặc và càng bay xa (ngay cả trong điều kiện không có gió). Dựa vào thuyết động học phân tử chất khí, hãy giải thích điều này và đề xuất biện pháp hạn chế tình trạng trên.

**Lời giải.**

Thời tiết càng nóng thì quá trình phân huỷ các chất hữu cơ diễn ra càng nhanh và sinh ra nhiều khí có mùi hôi như:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SO}_2$ , ... Bên cạnh đó, nhiệt độ càng cao thì các phân tử khí chuyển động nhiệt càng nhanh, do đó các phân tử khí này càng dễ khuếch tán vào không khí và bay đi xa hơn.

Biện pháp hạn chế: Thường xuyên thu gom, xử lý rác thải, nâng cao ý thức cộng đồng.



**Câu 2.** Dun một nồi nước trên bếp, khi nước sôi nắp nồi thường bị đẩy lên. Hãy giải thích điều này.

**Lời giải.**

Khi đun nước đến nhiệt độ sôi, nước sẽ bay hơi tạo thành hơi nước. Bên cạnh đó, nhiệt độ càng cao làm cho các phân tử khí và hơi nước trong nồi chuyển động càng nhanh. Sự gia tăng mật độ khí và tốc độ chuyển động nhiệt của các phân tử khí và hơi nước trong nồi làm gia tăng số lượt va chạm của các phân tử khí lên nắp nồi → tăng áp suất khí tác dụng lên nắp và làm nắp bị đẩy lên.



**Câu 3.** Xác định số phân tử chứa trong

- 0,2 kg nước.
- 1 kg không khí nếu như không khí có 22% là khí  $\text{O}_2$  và 78% là khí  $\text{N}_2$ .

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} \text{a)} N &= \frac{m}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot N_A \approx 6,68 \cdot 10^{24} \text{ phân tử.} \\ \text{b)} N &= 22\% \cdot \frac{m}{M_{\text{O}_2}} \cdot N_A + 78\% \cdot \frac{m}{M_{\text{N}_2}} \cdot N_A \approx 2,1 \cdot 10^{25} \text{ phân tử.} \end{aligned}$$



**Câu 4.** Coi Trái Đất là một khối cầu bán kính 6400 km, nếu lấy toàn bộ số phân tử nước trong 1,0 g hơi nước trải đều trên bề mặt Trái Đất thì mỗi mét vuông trên bề mặt Trái Đất có bao nhiêu phân tử nước? Biết khối lượng mol của phân tử nước khoảng 18 g/mol.

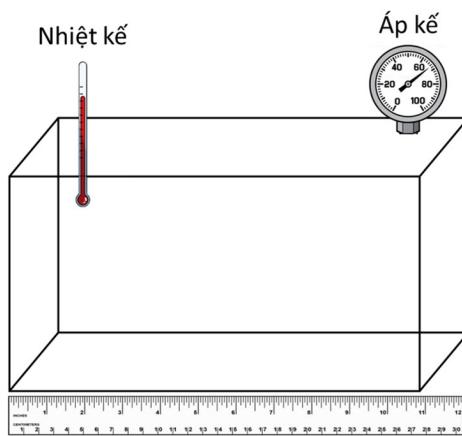
**Lời giải.**

$$\eta = \frac{N}{S} = \frac{\frac{m}{M} N_A}{\frac{4\pi R^2}{}} = 64,98 \cdot 10^6 \text{ phân tử/m}^2.$$



**Bài 2****ĐỊNH LUẬT BOYLE****LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM****1 Trạng thái và quá trình biến đổi trạng thái**

**Trạng thái của một khối khí** được xác định bằng ba thông số, gọi là thông số trạng thái của khối khí: thể tích  $V$ , áp suất  $p$  và nhiệt độ tuyệt đối  $T$ . Giữa các thông số trạng thái của một khối khí xác định có những mối liên hệ mang tính quy luật.



Hình 2.3: Xác định các thông số trạng thái của một lượng khí

**Quá trình biến đổi trạng thái** là quá trình khối khí biến đổi từ trạng thái này sang trạng thái khác. **Dẳng quá trình** là quá trình biến đổi trạng thái mà trong đó có một thông số trạng thái được giữ không đổi. Các đẳng quá trình:

- ✓ Dẳng nhiệt là quá trình biến đổi trạng thái của một khối khí xác định, trong đó nhiệt độ được giữ không đổi.
- ✓ Dẳng áp là quá trình biến đổi trạng thái của một khối khí xác định, trong đó áp suất được giữ không đổi.
- ✓ Dẳng tích là quá trình biến đổi trạng thái của một khối khí xác định, trong đó thể tích được giữ không đổi.

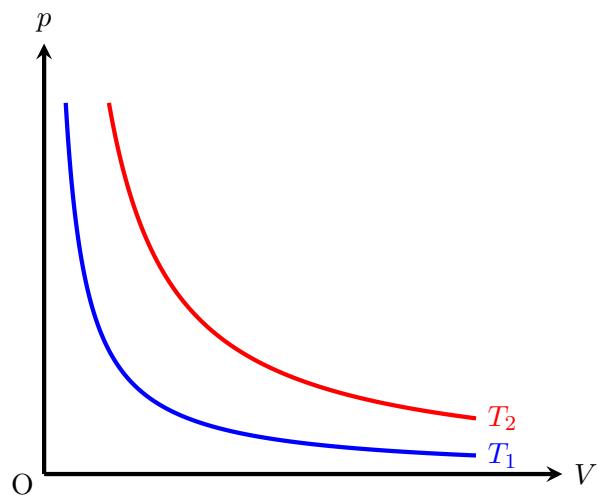
**A** Vì chất khí luôn chiếm toàn bộ dung tích của bình chứa nên thể tích của một lượng khí bằng dung tích bình chứa nó.

**2 Định luật Boyle**

Ở nhiệt độ không đổi, áp suất của một khối khí xác định tỉ lệ nghịch với thể tích của nó.

$$pV = \text{hằng số} \quad (2.1)$$

Đường biểu diễn sự phụ thuộc của  $p$  theo  $V$  khi nhiệt độ của khối khí không đổi gọi là **đường đẳng nhiệt**.



Hình 2.4: Các đường đẳng nhiệt của một khối khí lí tưởng tương ứng với nhiệt độ  $T_1$  và  $T_2$  ( $T_2 > T_1$ )

## B

## VÍ DỤ MINH HÓA

### ☞ **Dạng 1. Vận dụng định luật Boyle giải thích được một số hiện tượng trong thực tế**

**Ví dụ 1.** Nếu lật úp một chiếc cốc thuỷ tinh rồi nhúng chìm chiếc cốc vào trong nước thì thể tích phần không khí bị giam trong cốc sẽ thay đổi như thế nào trong quá trình chiếc cốc chìm sâu xuống nước?

#### ☞ Lời giải.

Trong quá trình cốc chìm xuống nước thì nhiệt độ không khí trong cốc không thay đổi. Cốc càng chìm sâu vào trong nước thì áp suất của không khí trong cốc càng tăng. Theo định luật Boyle, khi đó thể tích của không khí bị giam trong cốc ngày càng giảm. □

**Ví dụ 2.** Để đưa thuốc từ lọ vào trong cylanh của ống tiêm, ban đầu nhân viên y tế đẩy piston sát đáy cylanh, sau đó đưa đầu kim tiêm (được gắn với ống tiêm) vào trong lọ thuốc. Khi kéo piston, thuốc sẽ chảy vào trong cylanh. Em hãy giải thích cơ sở khoa học của việc làm trên?



#### ☞ Lời giải.

Khi mới đưa đầu kim tiêm vào trong lọ thuốc, áp suất khí còn lại trong cylanh bằng áp suất chất lỏng trong lọ thuốc. Khi kéo piston, thể tích khí trong cylanh tăng (nhiệt độ khí gần như không đổi). Theo định luật Boyle, áp suất khí trong cylanh giảm và nhỏ hơn áp suất chất lỏng trong lọ. Do đó, chất lỏng trong lọ bị đẩy qua kim và chảy sang cylanh cho đến khi có sự cân bằng áp suất ở cả hai phía. □

### ☞ **Dạng 2. Giải được các bài toán liên quan quá trình đẳng nhiệt**

**Ví dụ 1.** Một lượng khí có thể tích 10 lít ở áp suất  $10^5$  Pa. Tính thể tích của lượng khí này ở áp suất  $1,25 \cdot 10^5$  Pa. Biết nhiệt độ của khí không đổi.

### Lời giải.

#### Trạng thái 1

$$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 10 \text{ lít}$$

$\xrightarrow{T_1=T_2}$

#### Trạng thái 2

$$p_2 = 1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_2 = ?$$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{(10^5 \text{ Pa}) \cdot (10 \text{ lít})}{1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 8 \text{ lít.}$$

Vậy: ở áp suất  $1,25 \cdot 10^5$  Pa thì thể tích bọt khí là 8 lít. □

**Ví dụ 2.** Một bọt khí nổi lên từ đáy giếng sâu 6 m lên mặt nước. Khi lên tới mặt nước, thể tích của bọt khí tăng lên bao nhiêu lần? Coi áp suất khí quyển là  $1,013 \cdot 10^5$  Pa; khối lượng riêng của nước giếng là  $1003 \text{ kg/m}^3$  và nhiệt độ của nước giếng không thay đổi theo độ sâu. Lấy gia tốc trọng trường  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

### Lời giải.

Áp suất trong bọt khí khi ở độ sâu 6 m so với mặt nước:

$$p_1 = p_0 + \rho g h = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} + (1003 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,81 \text{ m/s}^2) \cdot (6 \text{ m}) \approx 1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

#### Trạng thái 1

$$p_1 = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1$$

$\xrightarrow{T_1=T_2}$

#### Trạng thái 2

$$p_2 = p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_2$$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}} \approx 1,58.$$

Vậy: khi nổi lên mặt nước, thể tích bọt khí đã tăng lên 1,58 lần. □

**Ví dụ 3.** Một cột không khí chứa trong một ống nhỏ, dài, tiết diện đều, ban đầu ống được đặt nằm ngang (như hình). Cột không khí được ngăn cách bởi một cột thuỷ ngân có chiều dài  $d = 150 \text{ mm}$ . Áp suất khí quyển là  $p_0 = 750 \text{ mmHg}$ . Biết chiều dài ban đầu của cột không khí là  $\ell_0 = 144 \text{ mm}$ .



Hãy tính chiều dài cột không khí nếu:

- a) ống thẳng đứng, miệng ống ở trên.
- b) ống thẳng đứng, miệng ống ở dưới.
- c) ống đặt nghiêng góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương ngang, miệng ống ở dưới.
- d) ống đặt nghiêng góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương ngang, miệng ống ở trên.

Giả sử ống đủ dài để cột thuỷ ngân luôn ở trong ống và nhiệt độ là không đổi.

### Lời giải.

Gọi  $S$  là tiết diện của ống.

- a) Trường hợp ống đặt thẳng đứng, miệng ống hướng lên:



**Trạng thái ban đầu**

$$p_0 = 750 \text{ mmHg}$$

$$V_0 = \ell_0 S$$

Theo định luật Boyle:

$\xrightarrow{T=const}$

**Trạng thái câu a**

$$p_a = p_0 + d = 900 \text{ mmHg}$$

$$V_a = \ell_a S$$

$$p_0 V_0 = p_a V_a$$

$$\Leftrightarrow p_0 \ell_0 S = p_a \ell_a S$$

$$\Rightarrow \ell_a = \frac{p_0 \ell_0}{p_a} = \frac{(750 \text{ mmHg}) \cdot (144 \text{ mm})}{900 \text{ mmHg}} = 120 \text{ mm.}$$

b) Trường hợp ống đặt thẳng đứng, miệng ống hướng xuống:



**Trạng thái ban đầu**

$$p_0 = 750 \text{ mmHg}$$

$$V_0 = \ell_0 S$$

Theo định luật Boyle:

$\xrightarrow{T=const}$

**Trạng thái câu b**

$$p_b = p_0 - d = 600 \text{ mmHg}$$

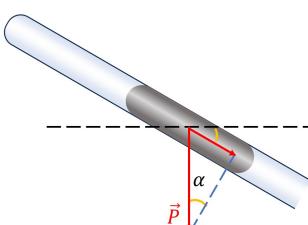
$$V_b = \ell_b S$$

$$p_0 V_0 = p_b V_b$$

$$\Leftrightarrow p_0 \ell_0 S = p_b \ell_b S$$

$$\Rightarrow \ell_b = \frac{p_0 \ell_0}{p_b} = \frac{(750 \text{ mmHg}) \cdot (144 \text{ mm})}{600 \text{ mmHg}} = 180 \text{ mm.}$$

c) Trường hợp ống đặt nghiêng góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương ngang, miệng ống ở dưới:



**Trạng thái ban đầu**

$$p_0 = 750 \text{ mmHg}$$

$$V_0 = \ell_0 S$$

Theo định luật Boyle:

$\xrightarrow{T=const}$

**Trạng thái câu c**

$$p_c = p_0 - d \sin \alpha = 675 \text{ mmHg}$$

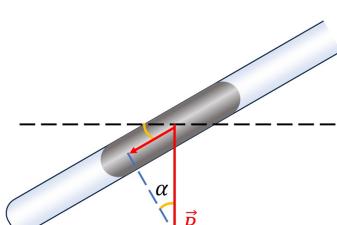
$$V_c = \ell_c S$$

$$p_0 V_0 = p_c V_c$$

$$\Leftrightarrow p_0 \ell_0 S = p_c \ell_c S$$

$$\Rightarrow \ell_c = \frac{p_0 \ell_0}{p_c} = \frac{(750 \text{ mmHg}) \cdot (144 \text{ mm})}{675 \text{ mmHg}} = 160 \text{ mm.}$$

d) Trường hợp ống đặt nghiêng góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương ngang, miệng ống ở trên:



**Trạng thái ban đầu**

$$p_0 = 750 \text{ mmHg}$$

$$V_0 = \ell_0 S$$

Theo định luật Boyle:

$\xrightarrow{T=const}$

**Trạng thái câu d**

$$p_d = p_0 + d \sin \alpha = 825 \text{ mmHg}$$

$$V_d = \ell_d S$$

$$p_0 V_0 = p_d V_d$$

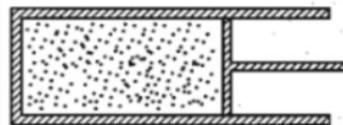
$$\Leftrightarrow p_0 \ell_0 S = p_d \ell_d S$$

$$\Rightarrow \ell_d = \frac{p_0 \ell_0}{p_d} = \frac{(750 \text{ mmHg}) \cdot (144 \text{ mm})}{825 \text{ mmHg}} \approx 131 \text{ mm.}$$

### Đạng 3. Giải được bài toán piston cân bằng

**Ví dụ 1.** Một lượng không khí có thể tích  $240 \text{ cm}^3$  chứa trong một cylanh có piston đóng kín, tiết diện của piston là  $24 \text{ cm}^2$ . Áp suất của không khí trong cylanh bằng áp suất không khí bên ngoài là  $10^5 \text{ Pa}$ . Cần một lực tối thiểu bằng bao nhiêu để dịch chuyển piston một đoạn  $2 \text{ cm}$  theo chiều làm thế tích khí giảm? Bỏ qua ma sát giữa piston và thành cylanh. Coi trong quá trình piston chuyển động thì nhiệt độ của không

khí không thay đổi.



### Lời giải.

#### Trạng thái 1

$$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 240 \text{ cm}^3$$

$$\xrightarrow{T_1=T_2}$$

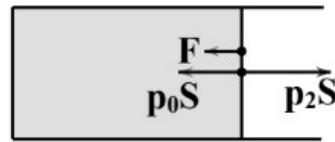
#### Trạng thái 2

$$p_2 = ?$$

$$V_2 = 240 \text{ cm}^3 - (24 \text{ cm}^2) \cdot (2 \text{ cm}) = 192 \text{ cm}^3$$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{(100 \text{ kPa}) \cdot (240 \text{ cm}^3)}{192 \text{ cm}^3} = 125 \text{ kPa.}$$

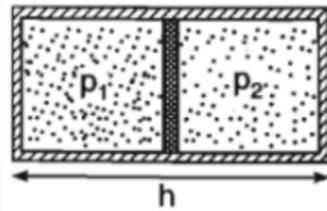


Piston cân bằng khi:

$$p_2 S = p_0 S + F \Rightarrow F = (p_2 - p_0) S = (125 \cdot 10^3 \text{ Pa} - 100 \cdot 10^3 \text{ Pa}) \cdot (24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2) = 60 \text{ N.}$$

□

**Ví dụ 2.** Một bình hình trụ kín hai đầu có độ cao  $h = 40 \text{ cm}$ , được đặt nằm ngang, bên trong có một piston rất mỏng và có thể dịch chuyển không ma sát trong bình. Lúc đầu piston được giữ cố định ở chính giữa bình. Hai bên piston chứa cùng loại khí nhưng áp suất khí bên trái ( $p_1$ ) lớn gấp 3 lần áp suất khí chứa ở bên phải ( $p_2$ ). Piston và thành bình đều được làm từ vật liệu cách nhiệt. Khi thả để piston di chuyển tự do thì piston sẽ di chuyển một đoạn bao nhiêu, theo chiều nào?



### Lời giải.

Vì áp suất khí bên trái lớn hơn áp suất khí bên phải nên khi được thả tự do piston sẽ di chuyển theo chiều từ trái sang phải.

Piston di chuyển đến khi áp suất khí hai bên piston cân bằng. Gọi:

- ✓  $p$  là áp suất khí mỗi bên khi piston đạt trạng thái cân bằng;
- ✓  $x$  là độ dời của piston.

Áp dụng định luật Boyle cho khí ở mỗi vách ngăn khi vừa thả piston và khi piston cân bằng:

$$pV = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} p_1 \cdot \frac{hS}{2} = p \left( \frac{h}{2} + x \right) S \\ p_2 \cdot \frac{hS}{2} = p \left( \frac{h}{2} - x \right) S \end{cases} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{20 \text{ cm} + x}{20 \text{ cm} - x} = 3 \Rightarrow x = 10 \text{ cm.}$$

□



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Tập hợp ba thông số xác định trạng thái của một lượng khí xác định là

- (A) áp suất, thể tích, khối lượng.
- (B) áp suất, nhiệt độ, thể tích.
- (C) thể tích, trọng lượng, áp suất.
- (D) áp suất, nhiệt độ, số mol.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 2.** Quá trình đẳng nhiệt là

- (A) quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí xác định trong đó áp suất được giữ không đổi.
- (B) quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí xác định trong đó nội năng của khí không đổi.
- (C) quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí xác định trong đó nhiệt độ được giữ không đổi.
- (D) quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí xác định trong đó thể tích được giữ không đổi.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 3.** Trong các hệ thức sau đây, hệ thức nào **không phù hợp** với định luật Boyle?

- (A)  $p \sim \frac{1}{V}$ .
- (B)  $pV = \text{const.}$
- (C)  $V \sim p$ .
- (D)  $p_1V_1 = p_2V_2$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 4.** Nhận định nào sau đây là **sai** khi nói về quá trình đẳng nhiệt?

- (A) Tích của áp suất và thể tích luôn không đổi.
- (B) Áp suất và thể tích tỉ lệ nghịch với nhau.
- (C) Khi áp suất khí tăng 2 lần thì tích  $pV$  vẫn không đổi.
- (D) Khi thể tích khí giảm 2 lần thì áp suất khí cũng giảm 2 lần.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 5.** Đường đẳng nhiệt trong hệ trục toạ độ  $pOV$  là

- (A) đường thẳng đi qua gốc toạ độ.
- (B) đường thẳng kéo dài đi qua gốc toạ độ.
- (C) đường cong hyperbol.
- (D) một nhánh của parabol.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 6.** Cho một lượng khí lí tưởng xác định. Nén đẳng nhiệt khối khí từ thể tích 10 L đến thể tích 4 L thì áp suất khí

- (A) tăng 2,5 lần.
- (B) giảm 2,5 lần.
- (C) tăng 6 lần.
- (D) giảm 6 lần.

**Lời giải.**

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = 2,5.$$

Chọn đáp án (A)



**Câu 7.** Một lượng khí lí tưởng xác định dần nở đẳng nhiệt từ thể tích 2 L đến 8 L, ban đầu áp suất khí là  $8 \cdot 10^5$  Pa. Trong quá trình trên thì áp suất khí

- (A) tăng  $6 \cdot 10^5$  Pa.
- (B) tăng  $2 \cdot 10^5$  Pa.
- (C) giảm  $2 \cdot 10^5$  Pa.
- (D) giảm  $6 \cdot 10^5$  Pa.

**Lời giải.**

$$p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \Rightarrow \Delta p = p_2 - p_1 = -6 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

Chọn đáp án (D)



**Câu 8.** Nén đẳng nhiệt một khối khí lí tưởng xác định làm áp suất khí thay đổi một lượng 0,5 atm. Biết thể tích và áp suất ban đầu của khối khí là 5 L và 2 atm. Thể tích của khối khí lúc sau là

- (A) 6,25 L.
- (B) 4 L.
- (C) 6,67 L.
- (D) 20 L.

**Lời giải.**

**Trạng thái 1** $\xrightarrow{T_1=T_2}$ 

$p_1 = 2 \text{ atm}$

$V_1 = 5 \text{ L}$

**Trạng thái 2**

$p_2 = 2,5 \text{ atm}$

$V_2 = ?$

Vì thể tích khí giảm nên áp suất khí tăng.

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = 4 \text{ L.}$$

Chọn đáp án **(B)** □

**Câu 9.** Khi thở ra dung tích của phổi là 2,4 L và áp suất của không khí trong phổi là 101,7 kPa. Khi hít vào áp suất của phổi là 101,01 kPa. Coi nhiệt độ của phổi là không đổi, dung tích của phổi khi hít vào bằng

**(A) 2,416 L.**

**(B) 2,384 L.**

**(C) 2,4 L.**

**(D) 1,327 L.**

**Lời giải.**

**Trạng thái 1** $\xrightarrow{T_1=T_2}$ 

$p_1 = 101,7 \text{ kPa}$

$V_1 = 2,4 \text{ L}$

**Trạng thái 2**

$p_2 = 101,01 \text{ kPa}$

$V_2 = ?$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow V_2 = 2,416 \text{ L.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

**Câu 10.** Một khối khí lí tưởng xác định có áp suất 1 atm được nén đến áp suất 4 atm ở nhiệt độ không đổi thì thể tích biến đổi một lượng 3 L. Thể tích ban đầu của khối khí đó là

**(A) 4 L.**

**(B) 1 L.**

**(C) 0,75 L.**

**(D) 12 L.**

**Lời giải.**

**Trạng thái 1** $\xrightarrow{T_1=T_2}$ 

$p_1 = 1 \text{ atm}$

$V_1 = ?$

**Trạng thái 2**

$p_2 = 4 \text{ atm}$

$V_2 = V_1 - 3 \text{ L}$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow V_1 = 4 \text{ L.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

**Câu 11.** Nếu áp suất của một lượng khí lí tưởng xác định tăng  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  thì thể tích biến đổi 3 L. Nếu áp suất của lượng khí đó tăng  $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  thì thể tích biến đổi 5 L. Biết nhiệt độ khí không đổi. Áp suất và thể tích ban đầu của khí là

**(A)  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}, 8 \text{ L.}$**

**(B)  $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}, 12 \text{ L.}$**

**(C)  $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}, 9 \text{ L.}$**

**(D)  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}, 12 \text{ L.}$**

**Lời giải.**

**Trạng thái 2** $\xleftarrow{T_1=T_2}$ 

$p_2 = p_1 + 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$V_2 = V_1 - 3 \text{ L}$

**Trạng thái 1** $\xrightarrow{T_1=T_3}$ 

$p_1 = ?$

$V_1 = ?$

**Trạng thái 3**

$p_3 = p_1 + 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$V_3 = V_1 - 5 \text{ L}$

$$pV = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} p_1 V_1 = (p_1 + 2 \cdot 10^5) \cdot (V_1 - 3) \\ p_1 V_1 = (p_1 + 5 \cdot 10^5) \cdot (V_1 - 5) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3p_1 - 2 \cdot 10^5 V_1 = -6 \cdot 10^5 \\ 5p_1 - 5 \cdot 10^5 V_1 = -25 \cdot 10^5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_1 = 9 \text{ L} \end{cases} .$$

Chọn đáp án **(C)** □

**Câu 12.** Người ta bơm không khí ở áp suất 1 atm vào bình có dung tích 10 L. Biết mỗi lần bơm thì bơm được  $250 \text{ cm}^3$  không khí. Trước khi bơm đã có không khí 1 atm trong bình và nhiệt độ khí trong quá trình bơm không đổi. Áp suất khí sau 50 lần bơm là

**(A) 1,45 atm.**

**(B) 4,25 atm.**

**(C) 2,85 atm.**

**(D) 2,25 atm.**

**Lời giải.**

**Trạng thái trước khi bơm**  $\xrightarrow{T_1=T_2}$  **Trạng thái sau khi bơm**

$$\begin{array}{ll} p_1 = 1 \text{ atm} & p_2 = ? \\ V_1 = 10 + 0,25 \cdot 50 = & V_2 = 10 \text{ L} \\ 22,5 \text{ L} & \end{array}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = 2,25 \text{ atm.}$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 13.** Sử dụng một cái bơm để bơm không khí vào quả bóng đá có bán kính khi bơm căng là 11 cm. Mỗi lần bơm đưa được 0,32 L khí ở điều kiện 1 atm vào bóng. Giả thiết rằng quả bóng trước khi bơm không có không khí và nhiệt độ không đổi trong quá trình bơm. Sau 35 lần bơm thì áp suất khí bên trong quả bóng là

- (A) 2,0 atm.. (B) 2,1 atm.. (C) 0,7 atm.. (D) 2,9 atm..

**Lời giải.**

**Trạng thái trước khi bơm**  $\xrightarrow{T_1=T_2}$  **Trạng thái sau khi bơm**

$$\begin{array}{ll} p_1 = 1 \text{ atm} & p_2 = ? \\ V_1 = 35 \cdot (0,32 \text{ L}) = & V_2 = \frac{4}{3} \pi r^3 \approx 5,58 \text{ L} \\ 11,2 \text{ L} & \end{array}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = 2,0 \text{ atm.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 14.** Một học sinh dùng bơm tay để bơm không khí vào một quả bóng cao su có thể tích 3 L với áp suất không khí là  $10^5$  Pa. Xung quanh của bơm có chiều cao là 42 cm, đường kính cylanh là 5 cm. Trước khi bơm thì bên trong quả bóng đã có không khí với áp suất  $10^5$  Pa và xem như nhiệt độ không đổi trong quá trình bơm. Để không khí trong bóng đạt áp suất  $5 \cdot 10^5$  Pa thì học sinh đó phải bơm

- (A) 6 lần. (B) 16 lần. (C) 15 lần. (D) 10 lần.

**Lời giải.**

Thể tích lượng khí của mỗi lần bơm vào bóng:

$$\Delta V = \pi r^2 h = 0,2625\pi \text{ L.}$$

**Trạng thái trước khi bơm**  $\xrightarrow{T_1=T_2}$  **Trạng thái sau khi bơm**

$$\begin{array}{ll} p_1 = 10^5 \text{ Pa} & p_2 = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_1 = 3 + 0,2625\pi \cdot N & V_2 = 3 \text{ L} \end{array}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow N \approx 14,6.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 15.** Một bơm tay có chiều cao  $h = 50$  cm, đường kính  $d = 5$  cm. Người ta dùng bơm này để đưa không khí vào trong sǎm xe đạp (chưa có không khí). Áp suất của không khí bên ngoài bằng  $10^5$  Pa, trong khi bơm xem như nhiệt độ của không khí không đổi. Để đưa vào sǎm 7 L khí có áp suất  $5 \cdot 10^5$  Pa thì số lần bơm là

- (A) 35. (B) 36. (C) 357. (D) 347.

**Lời giải.**

**Trạng thái trước khi bơm**  $\xrightarrow{T_1=T_2}$  **Trạng thái sau khi bơm**

$$\begin{array}{ll} p_1 = 10^5 \text{ Pa} & p_2 = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_1 = N \cdot \pi r^2 h = & V_2 = 7 \text{ L} \\ 0,3125\pi \cdot N & \end{array}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow N \approx 35,65.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 16.** Người ta dùng bơm có piston diện tích  $8 \text{ cm}^2$  và khoảng chạy  $25 \text{ cm}$  để bơm một bánh xe đạp sao cho áp lực của bánh xe đạp lên mặt đường là  $350 \text{ N}$  thì diện tích tiếp xúc là  $50 \text{ cm}^2$ . Ban đầu, bánh xe đạp chứa không khí ở áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$  và có thể tích là  $V_0 = 1500 \text{ cm}^3$ . Giả thiết khi áp suất không khí trong bánh xe đạp vượt quá  $1,5p_0$  thì thể tích của bánh xe đạp là  $2000 \text{ cm}^3$  và xem như nhiệt độ khí không đổi trong quá trình bơm.. Số lần bơm là

- (A) 5 lần. (B) 15 lần. (C) 10 lần. (D) 20 lần.

**Lời giải.**

Mỗi lần bơm có một lượng khí thể tích  $\Delta V = Sh = 200 \text{ cm}^3$  ở áp suất  $p_0$  được đưa vào bánh xe.

$$\begin{array}{ll} \text{Trạng thái trước khi bơm} & \xrightarrow{T_1=T_2} \text{Trạng thái sau khi bơm} \\ p_1 = 10^5 \text{ Pa} & p_2 = p_0 + \frac{F}{S} = \\ V_1 = 1500 + 200N \text{ cm}^3 & 1,7 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ & V_2 = 2000 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow N \approx 9,5.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 17.** Ở độ sâu  $h_1 = 1 \text{ m}$  dưới mặt nước có bọt khí hình cầu. Hỏi ở độ sâu bằng bao nhiêu thì bọt khí có bán kính nhỏ đi 2 lần. Cho khối lượng riêng của nước  $D = 10^3 \text{ kg/m}^3$ , áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , nhiệt độ nước không đổi theo độ sâu.

- (A) 18 m. (B) 78 m. (C) 7,8 m. (D) 28 m.

**Lời giải.**

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Leftrightarrow (p_0 + Dgh_1) \cdot \frac{4}{3}\pi r_1^3 = (p_0 + Dgh_2) \cdot \frac{4}{3}\pi r_2^3 \Rightarrow h_2 = 78 \text{ m.}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 18.** Một ống nhỏ tiết diện đều, một đầu kín. Một cột thuỷ ngân cao  $75 \text{ mm}$  đứng cân bằng, cách đáy  $180 \text{ mm}$  khi ống thẳng đứng miện ống ở trên. Lấy áp suất khí quyển bằng  $760 \text{ mmHg}$  và nhiệt độ là không đổi. Độ dài cột không khí trong ống khi ống nằm ngang là

- (A) 19,8 cm. (B) 5,6 cm. (C) 10 cm. (D) 18,9 cm.

**Lời giải.**

Theo định luật Boyle:

$$(p_0 + h) S\ell = p_0 S\ell_0 \Rightarrow \ell_0 \approx 19,8 \text{ cm.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 19.** Cho ống nghiệm tiết diện đều 1 đầu kín được đặt nằm ngang, bên trong ống có cột không khí cao  $\ell = 20 \text{ cm}$  ngăn cách với bên ngoài bằng giọt thuỷ ngân dài  $4 \text{ cm}$ . Cho áp suất khí quyển  $p_0 = 76 \text{ cmHg}$  và nhiệt độ là không đổi. Khi ống được đặt thẳng đứng với miện ống ở trên thì chiều dài cột không khí là

- (A) 21 cm. (B) 20 cm. (C) 19 cm. (D) 18 cm.

**Lời giải.**

$$p_0 \ell = (p_0 + h) \ell' \Rightarrow \ell' = 19 \text{ cm.}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 20.** Cho ống nghiệm tiết diện đều 1 đầu kín được đặt nằm ngang, bên trong ống có cột không khí cao  $\ell = 20 \text{ cm}$  ngăn cách với bên ngoài bằng giọt thuỷ ngân dài  $4 \text{ cm}$ . Cho áp suất khí quyển  $p_0 = 76 \text{ cmHg}$  và nhiệt độ là không đổi. Khi ống được đặt thẳng đứng với miện ống ở dưới thì chiều dài cột không khí là

- (A) 21,11 cm. (B) 19,69 cm. (C) 22 cm. (D) 22,35 cm.

**Lời giải.**

$$p_0 \ell = (p_0 - h) \ell' \Rightarrow \ell' \approx 21,11 \text{ cm.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 21.** Trong một ống nhỏ dài, một đầu kín, một đầu hở, tiết diện đều, ban đầu đặt ống thẳng đứng miệng ống hướng lên, trong ống về phía đáy có cột không khí dài 40 cm và được ngăn cách với bên ngoài bằng cột thuỷ ngân dài 14 cm. Áp suất khí quyển 76 cmHg và nhiệt độ không đổi. Chiều cao cột không khí trong trường hợp ống đặt thẳng đứng và miệng ống ở bên dưới là bao nhiêu? Cho rằng ống đủ dài để thuỷ ngân không bị tràn ra ngoài.

- (A) 58,065 cm. (B) 47,368 cm. (C) 32,632 cm. (D) 49,032 cm.

**Lời giải.**

$$(p_0 + h) S\ell_1 = (p_0 - h) S\ell_2 \Rightarrow \ell_2 \approx 58,065 \text{ cm.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 22.** Trong một ống nhỏ dài, một đầu kín, một đầu hở, tiết diện đều, ban đầu đặt ống thẳng đứng và miệng ống hướng lên, trong ống về phía đáy có cột không khí dài 40 cm và được ngăn cách với bên ngoài bằng cột thuỷ ngân dài 14 cm. Áp suất khí quyển 76 cmHg và nhiệt độ không đổi. Chiều dài của cột không khí trong ống trong trường hợp ống đặt nghiêng góc  $30^\circ$  và miệng ống ở trên là bao nhiêu? Cho rằng chiều dài ống đủ dài để thuỷ ngân không bị chảy ra ngoài.

- (A) 52,174 cm. (B) 43,373 cm. (C) 56,356 cm. (D) 40,851 cm.

**Lời giải.**

$$(p_0 + h) S\ell_1 = (p_0 + h \sin \alpha) S\ell_2 \Rightarrow \ell_2 \approx 43,373 \text{ cm.}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 23.** Trong một ống nhỏ dài, một đầu kín, một đầu hở, tiết diện đều, ban đầu đặt ống thẳng đứng và miệng ống hướng lên, trong ống về phía đáy có cột không khí dài 40 cm và được ngăn cách với bên ngoài bằng cột thuỷ ngân dài 14 cm. Áp suất khí quyển 76 cmHg và nhiệt độ không đổi. Chiều dài của cột không khí trong ống trong trường hợp ống đặt nghiêng góc  $30^\circ$  và miệng ống ở dưới là bao nhiêu? Cho rằng chiều dài ống đủ dài để thuỷ ngân không bị chảy ra ngoài.

- (A) 52,174 cm. (B) 43,373 cm. (C) 56,356 cm. (D) 40,851 cm.

**Lời giải.**

$$(p_0 + h) S\ell_1 = (p_0 - h \sin \alpha) S\ell_2 \Rightarrow \ell_2 \approx 52,174 \text{ cm.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 24.** Ống thuỷ tinh dài 60 cm đặt thẳng đứng đầu hở ở trên, đầu kín ở dưới. Một cột không khí cao 20 cm bị giam trong ống bởi một cột thuỷ ngân cao 40 cm. Biết áp suất khí quyển là 80 cmHg, lật ngược ống lại để đầu kín ở trên, đầu hở ở dưới, coi nhiệt độ không đổi, một phần thuỷ ngân bị chảy ra ngoài. Chiều dài cột thuỷ ngân còn lại trong ống là

- (A) 10 cm. (B) 20 cm. (C) 30 cm. (D) 25 cm.

**Lời giải.**

$$(p_0 + 40) S \cdot 20 = (p_0 - h) S \cdot (60 - h) \Rightarrow h = 20 \text{ cm (nhận)} \quad \text{hoặc} \quad h = 120 \text{ cm (loại).}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 25.** Ống thuỷ tinh đặt thẳng đứng đầu hở ở trên, đầu kín ở dưới. Một cột không khí cao 20 cm bị giam trong ống bởi một cột thuỷ ngân có chiều cao 40 cm. Biết áp suất khí quyển là 80 cmHg, lật ngược ống lại để đầu kín ở trên, đầu hở ở dưới, coi nhiệt độ không đổi, nếu muôn lượng thuỷ ngân ban đầu không chảy ra ngoài thì chiều dài tối thiểu của ống phải bằng

- (A) 80 cm. (B) 120 cm. (C) 100 cm. (D) 60 cm.

**Lời giải.**

Gọi  $\ell'$  là chiều dài cột không khí trong ống khi ống bị lật ngược lại và thuỷ ngân không bị chảy ra ngoài.

$$(p_0 + h) S\ell = (p_0 - h) S\ell' \Rightarrow \ell' = 60 \text{ cm.}$$

Vậy chiều dài tối thiểu của ống là  $40 \text{ cm} + 60 \text{ cm} = 100 \text{ cm.}$

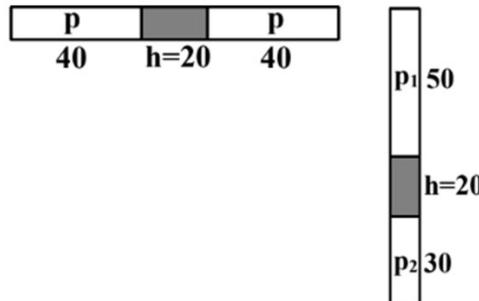
Chọn đáp án (C)

**Câu 26.** Ở chính giữa một ống thuỷ tinh nằm ngang, tiết diện nhỏ, chiều dài  $L = 100 \text{ cm}$ , hai đầu bịt kín có một cột thuỷ ngân dài  $h = 20 \text{ cm}$ . Trong ống có không khí. Khi đặt ống thẳng đứng cột thuỷ ngân dịch chuyển

xuống dưới một đoạn  $\ell = 10$  cm. Coi nhiệt độ không khí trong ống không đổi. Áp suất của không khí trong ống khi nằm ngang là

- (A) 9,375 cmHg. (B) 37,5 cmHg. (C) 80 cmHg. (D) 8,87 cmHg.

**Lời giải.**



Theo định luật Boyle:

$$\begin{cases} p \cdot 40S = p_1 \cdot 50S \\ p \cdot 40S = p_2 \cdot 30S \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_1 = 0,8p \\ p_2 = \frac{4p}{3} \end{cases}$$

Khi đặt ống thẳng đứng thì cột thuỷ ngân cân bằng khi:

$$p_2 = p_1 + h \Rightarrow p = 37,5 \text{ cmHg.}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 27.** Một ống hình trụ hẹp, kín hai đầu, dài  $\ell = 105$  cm, đặt nằm ngang. Chính giữa ống có một cột thuỷ ngân dài  $h = 21$  cm, phần còn lại của ống chứa không khí ở áp suất  $p_0 = 72$  cmHg. Coi nhiệt độ không khí trong ống không thay đổi. Khi ống đặt thẳng đứng thì độ di chuyển của cột thuỷ ngân là

- (A) 3 cm. (B) 4 cm. (C) 6 cm. (D) 2 cm.

**Lời giải.**

$$pV = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} 72 \cdot 42 = p_1(42 + x) \\ 72 \cdot 42 = p_2(42 - x) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_1 = \frac{3024}{42 + x} \\ p_2 = \frac{3024}{42 - x} \end{cases} .$$

Mà

$$p_2 = p_1 + h \Rightarrow x = 6 \text{ cm.}$$

Chọn đáp án (C)

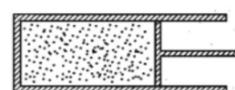
**Câu 28.**

Một lượng không khí có thể tích  $240 \text{ cm}^3$  chứa trong một cylanh có piston đóng kín, tiết diện của piston là  $24 \text{ cm}^2$ . Áp suất của không khí trong cylanh bằng áp suất không khí bên ngoài và bằng  $100 \text{ kPa}$ . Cần một lực bằng bao nhiêu để dịch chuyển piston  $2 \text{ cm}$  theo chiều làm thể tích khí giảm? Bỏ qua ma sát giữa piston và thành cylanh. Coi trong quá trình chuyển động nhiệt độ khí không đổi.

- (A) 20 N. (B) 80 N. (C) 60 N. (D) 40 N.

**Lời giải.**

Trạng thái 1	$\xrightarrow{T_1=T_2}$	Trạng thái 2
$p_1 = 100 \text{ kPa}$		$p_2 = ?$
$V_1 = 240 \text{ cm}^3$		$V_2 = 192 \text{ cm}^3$



Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = 125 \text{ kPa.}$$

Piston cân bằng khi:

$$F + p_0 S = p_2 S \Rightarrow F = (p_2 - p_0) S = 60 \text{ N.}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 29.** Một bơm xe đạp hình trụ có đường kính trong là 3 cm. Người ta dùng ngón tay bịt kín đầu vòi bơm và ấn piston từ từ để nén không khí trong bơm sao cho nhiệt độ không thay đổi. Lấy áp suất khí quyển là  $p_0 = 10^5$  Pa. Để thể tích của không khí trong bơm giảm đi 4 lần thì lực tác dụng lên piston là

- (A) 250 N. (B) 225 N. (C) 200 N. (D) 212 N.

**Lời giải.**

Theo định luật Boyle:

$$p_0 V_0 = p \frac{V_0}{4} \Rightarrow p = 4p_0.$$

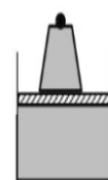
Để piston cân bằng:

$$F + p_0 S = p S \Rightarrow F = (p - p_0) S = 3p_0 \cdot \pi \frac{d^2}{4} \approx 212 \text{ N.}$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 30.**

Cylanh và piston nhẹ cách nhiệt chứa bên trong nó một lượng khí xác định. Ban đầu thể tích khí chứa trong cylanh là  $1000 \text{ cm}^3$ . Tiến hành đặt lên piston một già trọng có khối lượng 10 kg. Biết tiết diện của piston là  $S = 100 \text{ cm}^2$ , lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Thể tích của khí trong cylanh khi piston cân bằng là



- (A)  $910 \text{ cm}^3$ . (B)  $1100 \text{ cm}^3$ . (C)  $800 \text{ cm}^3$ . (D)  $600 \text{ cm}^3$ .

**Lời giải.**

<b>Trạng thái 1</b>	$\xrightarrow{T_1=T_2}$	<b>Trạng thái 2</b>
$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$		$p_2 = p_0 + \frac{mg}{S} =$
$V_1 = 1000 \text{ cm}^3$		$1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
		$V_2 = ?$

Theo định luật Boyle:

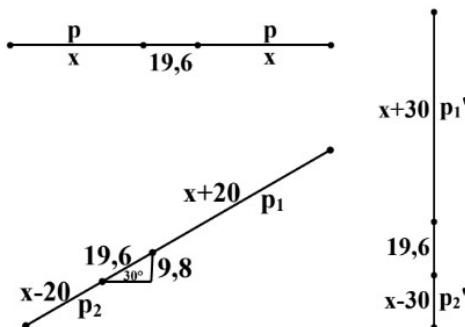
$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow V_2 \approx 910 \text{ cm}^3.$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 31.** Ở chính giữa một ống thuỷ tinh nằm ngang, kín cả hai đầu có một cột thuỷ ngân dài  $h = 19,6 \text{ cm}$ . Nếu đặt ống nghiêng một góc  $30^\circ$  so với phương nằm ngang thì cột thuỷ ngân dịch chuyển một đoạn  $\Delta\ell_1 = 20 \text{ mm}$ . Nếu đặt ống thẳng đứng thì cột thuỷ ngân dịch chuyển một đoạn  $\Delta\ell_2 = 30 \text{ mm}$ . Coi nhiệt độ không khí không thay đổi. Áp suất của không khí trong ống khi ống nằm ngang gần bằng

- (A) 19 mmHg. (B) 6 mmHg. (C) 10 mmHg. (D) 30 mmHg.

**Lời giải.**



Theo định luật Boyle:

$$pV = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} px = p_1(20+x) = p'_1(30+x) \\ px = p_2(x-20) = p'_2(x-30) \end{cases}$$

Lại có

$$\begin{cases} p_2 = p_1 + 19,6 \sin 30^\circ \\ p'_2 = p'_1 + 19,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_2 - p_1 = 9,8 \\ p'_2 - p'_1 = 19,6 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{px}{x-20} - \frac{px}{x+20} = 9,8 \\ \frac{px}{x-30} - \frac{px}{x+30} = 19,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p \approx 10 \text{ mmHg} \\ x \approx 48,99 \text{ mm} \end{cases}$$

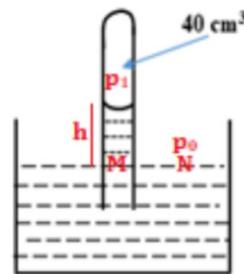
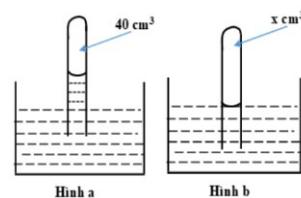
Chọn đáp án **C**

### Câu 32.

Một ống thuỷ tinh được cắm lộn ngược vào một chậu thuỷ ngân, bên trong ống chứa  $40 \text{ cm}^3$  không khí và một cột thuỷ ngân cao  $8 \text{ cm}$  so với mực thuỷ ngân trong chậu (hình a). Người ta ấn sâu ống thuỷ tinh vào thuỷ ngân cho tới khi mực thuỷ ngân ở bên trong và bên ngoài ống bằng nhau (hình b). Biết áp suất khí quyển là  $75 \text{ cmHg}$ . Xem nhiệt độ không khí trong ống không thay đổi. Thể tích của không khí còn lại bên trong ống lúc sau là

- A**  $44,78 \text{ cm}^3$ .      **B**  $35,7 \text{ cm}^3$ .      **C**  $44,27 \text{ cm}^3$ .      **D**  $36,14 \text{ cm}^3$ .

**Lời giải.**



Hình a có áp suất tại hai điểm M và N trên mặt phẳng nằm ngang bằng nhau:

$$p_M = p_N \Rightarrow p_1 + h = p_0 \Rightarrow p_1 = p_0 - h = 67 \text{ cmHg}.$$

Tương tự ở hình b có  $p_2 = p_0 = 75 \text{ cmHg}$ .

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow V_2 \approx 35,7 \text{ cm}^3.$$

□



## TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

**Câu 1.** Khi nén đẳng nhiệt một lượng khí lí tưởng xác định thì

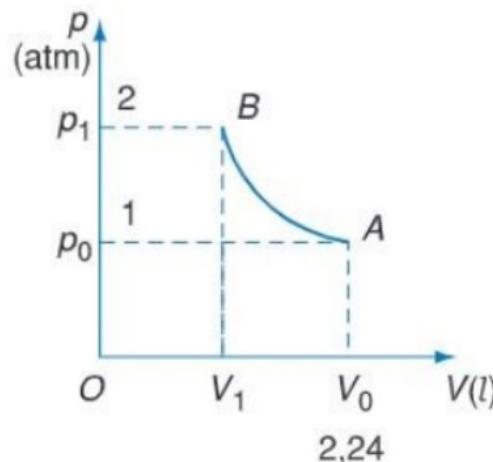
- a) thể tích khí giảm.
- b) áp suất khí tăng.
- c) số phân tử khí giảm.
- d) mật độ phân tử khí tăng.

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Sai. Số phân tử khí không đổi.
- d) Đúng.

□

**Câu 2.** Một khối khí lí tưởng ban đầu ở điều kiện tiêu chuẩn (trạng thái A). Nén khí và giữ nhiệt độ không đổi đến trạng thái B. Dồ thị áp suất theo thể tích được biểu diễn như hình vẽ bên



- a) Số mol của khối khí trên là 0,1 mol.
- b) Đường biểu diễn quá trình nén đẳng nhiệt trong đồ thị trên là một cung hyperbol.
- c) Thể tích khí ở trạng thái B là 1,12 L.
- d) Khi thể tích khối khí là 1,4 L thì áp suất khí là 3,136 atm.

**Lời giải:**

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai. Áp suất khí khi thể tích 1,4 L là 1,6 atm.

□

**Câu 3.** Một quả bóng thể tích  $0,5 \text{ m}^3$  được nối với một quả cầu sắt khối lượng  $2,5 \cdot 10^2 \text{ kg}$  và được ném xuống hồ nước. Quả bóng được làm từ vật liệu nhẹ và độ đàn hồi không đáng kể (mặc dù nó có thể bị nén). Ban đầu không khí trong bóng có áp suất bằng áp suất khí quyển bằng  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Biết rằng khối lượng riêng của sắt, không khí và nước lần lượt là  $7,86 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $1,29 \text{ kg/m}^3$ ,  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Xem rằng nhiệt độ quả bóng trong quá trình chìm vẫn không đổi.

- a) Áp suất và thể tích của khí trong quả bóng tuân theo định luật Boyle.
- b) Thể tích quả bóng ở vị trí cân bằng là  $0,218 \text{ m}^3$ .
- c) Áp suất không khí trong quả bóng tại vị trí cân bằng là  $2,31 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- d) Độ sâu quả bóng đạt được tại vị trí cân bằng là 13,3 m.

**Lời giải:**

- a) Đúng.
- b) Sai.

$$V_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{\rho_{\text{Fe}}} = 0,0318 \text{ m}^3 \quad (2.2)$$

$$m_b = \rho_{\text{kk}} V_b = 0,645 \text{ kg} \quad (2.3)$$

Quả bóng cân bằng khi:

$$m_b g + m_{\text{Fe}} g = \rho_n g (V_b + V_{\text{Fe}}) \Rightarrow V_b = \frac{m_b + m_{\text{Fe}} - \rho_n V_{\text{Fe}}}{\rho_n} = 0,219 \text{ m}^3.$$

- c) Đúng.
- d) Đúng.

$$p_b V_0 = p_0 V_b \Rightarrow p_b = 2,31 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

□



## BÀI TẬP TỰ LUẬN

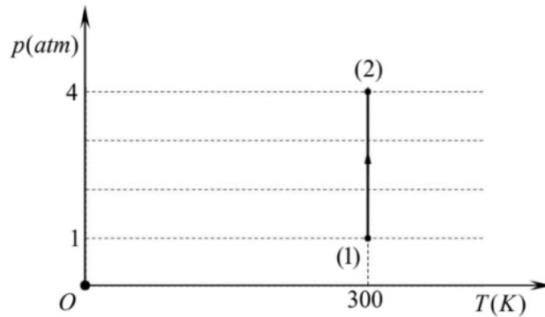
**Câu 1.** Để tăng thể tích của một khối lượng khí nhất định lên 10% ở nhiệt độ không đổi thì cần giảm áp suất khí bao nhiêu %?

☞ **Lời giải.**

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{1,1} \approx 90,9\% \Rightarrow \Delta p \approx 9,1\% p_1.$$

□

**Câu 2.** Quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng xác định được biểu diễn bằng đồ thị hình vẽ. Biết ở trạng thái (1) khí có thể tích 100 cm<sup>3</sup>. Thể tích khí tại trạng thái (2) là bao nhiêu?

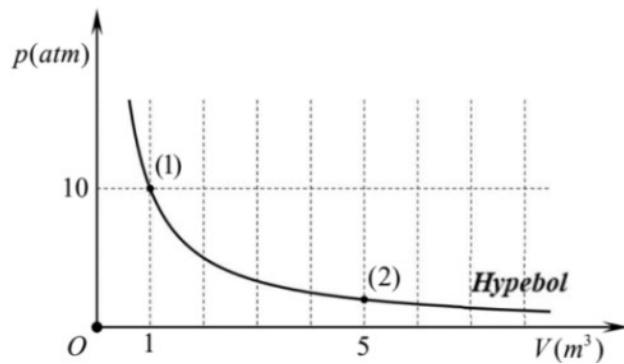


☞ **Lời giải.**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow V_2 = 25 \text{ cm}^3.$$

□

**Câu 3.** Quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí xác định được biểu diễn bằng đồ thị hình vẽ. Áp suất của chất khí tại trạng thái (2) bằng bao nhiêu?



☞ **Lời giải.**

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p_2 = 2 \text{ atm}.$$

□

**Câu 4.** Người ta điều chế khí hydrogen và chứa vào một bình lớn dưới áp suất 1 atm. Tính thể tích khí phải lấy ra từ bình lớn để nạp vào bình nhỏ có thể tích 20 L ở áp suất 25 atm. Coi quá trình nạp khí là đẳng nhiệt.

☞ **Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$\xrightarrow{T_1=T_2}$

$$p_1 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = ?$$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = 25 \text{ atm}$$

$$V_2 = 20 \text{ L}$$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow V_1 = 500 \text{ L}.$$

□

**Câu 5.** Người ta nén đẳng nhiệt 3g khí hydrogen ở điều kiện tiêu chuẩn ( $p_0 = 1 \text{ atm}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$ ) đến áp suất 2 atm. Thể tích của lượng khí đó sau khi biến đổi là bao nhiêu?

**Lời giải.**

<b>Trạng thái 1</b>	$\xrightarrow{T_1=T_2}$	<b>Trạng thái 2</b>
$p_1 = 1 \text{ atm}$		$p_2 = 2 \text{ atm}$
$V_1 = \frac{m}{M} \cdot (22,4 \text{ L}) =$		$V_2 = ?$
$\frac{3}{33,6} \text{ L}$		

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow V_2 = 16,8 \text{ L.}$$



**Câu 6.** Một khối khí ở  $0^\circ\text{C}$  và áp suất 10 atm có thể tích 10 L. Hỏi thể tích của khối khí ở điều kiện tiêu chuẩn là bao nhiêu?

**Lời giải.**

$$100 \text{ L.}$$

**Câu 7.** Một khối khí xác định dân nở đẳng nhiệt từ thể tích ban đầu 5 L đến 12 L thì áp suất khối khí đã giảm một lượng 80 kPa. Áp suất ban đầu của khối khí bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

<b>Trạng thái 1</b>	$\xrightarrow{T_1=T_2}$	<b>Trạng thái 2</b>
$p_1 = ?$		$p_2 = p_1 - 80 \text{ kPa}$
$V_1 = 5 \text{ L}$		$V_2 = 12 \text{ L}$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Leftrightarrow p_1 \cdot 5 = (p_1 - 80) \cdot 12 \Rightarrow p_1 = 137,14 \text{ kPa.}$$



**Câu 8.** Khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn ( $p = 1 \text{ atm}$ ,  $t = 0^\circ\text{C}$ ) là  $1,28 \text{ kg/m}^3$ . Hỏi ở áp suất bao nhiêu thì khối lượng riêng của không khí là  $0,64 \text{ kg/m}^3$ . Biết rằng nhiệt độ không khí không đổi.

**Lời giải.**

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \Rightarrow p_2 = 0,5 \text{ atm.}$$



**Câu 9.** Dùng một bơm hơi dung tích 1,5 L để bơm cho một chiếc sǎm dung tích 5 L. Hỏi cần phải bơm bao nhiêu lần để áp suất trong sǎm đạt 4 atm. Biết rằng ban đầu không khí trong sǎm cũng có áp suất bằng áp suất khí quyển và bằng 1 atm. Coi nhiệt độ không khí không đổi trong quá trình bơm.

**Lời giải.**

10 lần.



**Câu 10.** Ống thuỷ tinh một đầu kín dài 112,2 cm, chứa không khí ở áp suất khí quyển  $p_0 = 75 \text{ mmHg}$ . Ấn ống xuống một chậu nước theo phương thẳng đứng, miệng ống ở dưới. Khi đáy ống ngang với mặt nước thì độ cao cột nước đi vào ống bằng bao nhiêu? Biết rằng khối lượng riêng của nước và thuỷ ngân lần lượt là  $1000 \text{ kg/m}^3$  và  $13\,600 \text{ kg/m}^3$ . Biết rằng nhiệt độ không khí không đổi.

**Lời giải.**

Gọi  $x$  là chiều cao cột nước đi vào trong ống.

Áp suất không khí bên trong ống khi nhúng vào trong chậu nước:

$$p + \frac{x \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{Hg}}} = p_0 + \frac{\ell \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{Hg}}} \Rightarrow p = p_0 + \frac{(\ell - x) \rho_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{Hg}}} = p_0 + \frac{\ell - x}{13,6}.$$

Theo định luật Boyle:

$$p_0 S \ell = \left( p_0 + \frac{\ell - x}{13,6} \right) S \cdot (\ell - x) \Rightarrow x \approx 10,2 \text{ cm.}$$



**Câu 11.** Ống thuỷ tinh một đầu kín dài 80 cm, chứa không khí ở áp suất khí quyển  $p_0 = 75 \text{ cmHg}$ . Ấn ống xuống một chậu thuỷ ngân theo phương thẳng đứng, miệng ống ở dưới (thấp hơn) mặt thuỷ ngân 45 cm. Độ cao cột thuỷ ngân đi vào ống bằng bao nhiêu? Biết rằng nhiệt độ không khí không đổi.

**Lời giải.**

Gọi  $x$  là chiều cao cột thuỷ ngân đi vào trong ống.

Áp suất không khí trong ống sau khi nhúng ngập trong thuỷ ngân:

$$p + x = 45 + p_0 \Rightarrow p = p_0 + 45 - x.$$

Theo định luật Boyle:

$$p_0 S \ell = (p_0 + 45 - x) S (80 - x) \Rightarrow x = 20 \text{ cm.}$$



**Câu 12.** Một cylanh nằm ngang kín hai đầu, có thể tích  $V = 1,2 \text{ L}$  và chứa không khí ở áp suất  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Cylanh được chia thành 2 phần bằng nhau bởi piston mỏng khối lượng  $m = 100 \text{ g}$  đặt thẳng đứng. Chiều dài cylanh 0,4 m. Cylanh được quay với tốc độ góc  $\omega$  quanh trục thẳng đứng ở giữa cylanh. Giá trị của  $\omega$  bằng bao nhiêu nếu piston nằm cách trục quay đoạn  $r = 0,1 \text{ m}$  khi có cân bằng tương đối? Biết rằng nhiệt độ không khí trong cylanh là không đổi.

**Lời giải.**

Áp dụng định luật Boyle cho mỗi ngăn khí:

$$\begin{cases} p_0 V_0 = p_1 V_1 \\ p_0 V_0 = p_2 V_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (10^5 \text{ Pa}) \cdot (0,2 \text{ m}) S = p_1 \cdot (0,3 \text{ m}) S \\ (10^5 \text{ Pa}) \cdot (0,2 \text{ m}) S = p_2 \cdot (0,1 \text{ m}) S \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p_1 = \frac{2}{3} \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \end{cases}.$$

Tiết diện cylanh:

$$S = \frac{V}{\ell} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2.$$

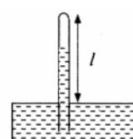
Khi piston đạt trạng thái cân bằng tương đối:

$$F_2 - F_1 = m\omega^2 r \Leftrightarrow (p_2 - p_1) S = m\omega^2 r \Rightarrow \omega = 200 \text{ rad/s.}$$



**Câu 13.**

Một phong vũ biếu chỉ sai vì có một ít không khí lọt vào ống. Ở áp suất khí quyển  $p_0 = 755 \text{ mmHg}$  phong vũ biếu này chỉ  $p_1 = 748 \text{ mmHg}$ . Khi áp suất khí quyển là  $p'_0 = 740 \text{ mmHg}$ , phong vũ biếu chỉ  $p_2 = 736 \text{ mmHg}$ . Coi diện tích mặt thuỷ ngân trong chậu lớn hơn nhiều so với tiết diện của ống, nhiệt độ không đổi. Chiều dài  $\ell$  của ống phong vũ biếu bằng bao nhiêu?



**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$\begin{aligned} p_1 &= 755 \text{ mmHg} - 748 \text{ mmHg} = \\ &\quad 7 \text{ mmHg} \\ V_1 &= S(\ell - 748) \end{aligned}$$

$\xrightarrow{T_1=T_2}$

**Trạng thái 2**

$$\begin{aligned} p_2 &= 740 \text{ mmHg} - 736 \text{ mmHg} = \\ &\quad 4 \text{ mmHg} \\ V_2 &= S(\ell - 736) \end{aligned}$$

Theo định luật Boyle:

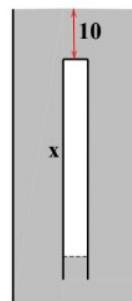
$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow \ell = 764 \text{ mmHg.}$$



**Câu 14.** Một ống thuỷ tinh có chiều dài  $\ell = 50 \text{ cm}$ , tiết diện  $S = 0,5 \text{ cm}^2$ , được hàn kín một đầu và chứa đầy không khí. Biết khối lượng ống  $m = 15 \text{ g}$ , áp suất khí quyển  $p_0 = 760 \text{ mmHg}$  và nhiệt độ không khí trong ống là không đổi. Ấn ống chìm vào trong nước theo phương thẳng đứng, đầu kín ở trên. Để giữ ống trong nước sao cho đầu trên của ống thấp hơn mặt nước một đoạn  $h = 10 \text{ cm}$  thì lực cần đặt lên ống bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Gọi  $x$  là chiều cao cột không khí trong ống khi nhúng ống thuỷ tinh vào trong nước.



**Trạng thái 1**

$$p_1 = 76 \text{ cmHg}$$

$$V_1 = S\ell = 25 \text{ cm}^3$$

$\xrightarrow{T_1=T_2}$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = 76 + \frac{10+x}{13,6} \text{ cmHg}$$

$$V_2 = Sx = 0,5x \text{ cm}^3$$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow x \approx 47,37 \text{ cm.}$$

Dộ lớn lực ấn lên ống:

$$F = \rho_{\text{H}_2\text{O}} V - mg = \rho_{\text{H}_2\text{O}} Sx - mg \approx 0,09 \text{ N.}$$

□

**Câu 15.** Một bơm hút khí dung tích  $\Delta V$ . Phải bơm bao nhiêu lần để hút khí trong bình có thể tích  $V$  từ áp suất  $p_0$  đến áp suất  $p$ ? Coi nhiệt độ không khí là không đổi.

**Lời giải.**

- ✓ Sau khi hút lần 1:  $p_0 V = p_1 (V + \Delta V) \Rightarrow p_1 = \frac{p_0 V}{V + \Delta V}$ .
- ✓ Sau khi hút lần 2:  $p_1 V = p_2 (V + \Delta V) \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V}{V + \Delta V} = p_0 \left( \frac{V}{V + \Delta V} \right)^2$ .
- ✓ ...
- ✓ Sau khi hút lần thứ  $n$ :  $p_n = p_0 \left( \frac{V}{V + \Delta V} \right)^n$ .

Như vậy, khi đạt áp suất  $p$  thì số lần đã bơm:

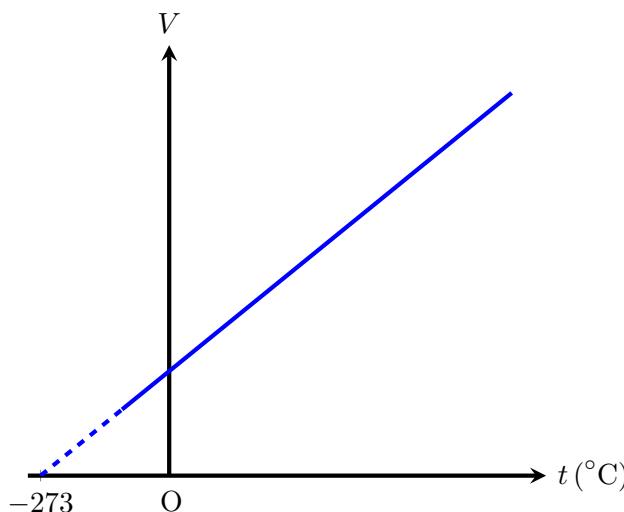
$$n = \ln \left( \frac{p}{p_0} \right) / \ln \left( \frac{V}{V + \Delta V} \right).$$

□

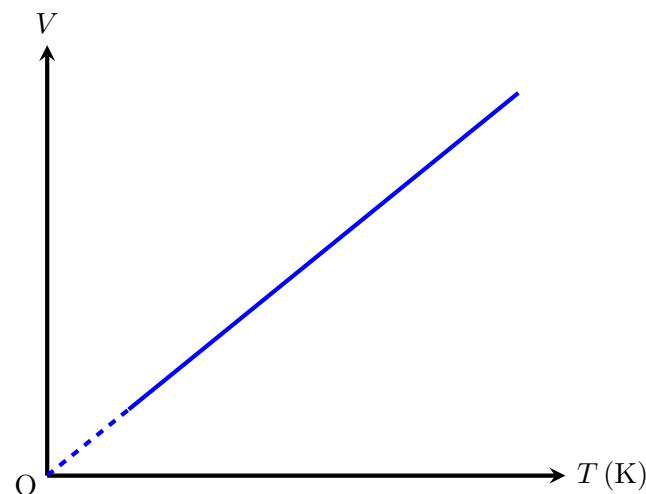
**Bài 3****ĐỊNH LUẬT CHARLES****LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM**

Khi áp suất của một khối lượng khí xác định được giữ không đổi thì thể tích của khí tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của nó:

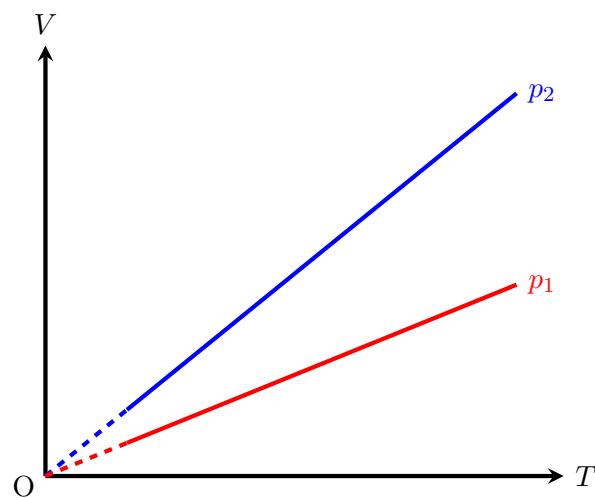
$$\frac{V}{T} = \text{hằng số} \quad \text{hay} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (2.4)$$



Hình 2.5: Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thể tích khí theo nhiệt độ Celsius



Hình 2.6: Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thể tích khí theo nhiệt độ Kelvin



Hình 2.7: Các đường đẳng áp của một khối khí lí tưởng ứng với các áp suất  $p_1$  và  $p_2$  ( $p_2 < p_1$ )

**A** Định luật Boyle và định luật Charles là các định luật đúng với khí lí tưởng, gần đúng với khí thực. Trong điều kiện áp suất cao và nhiệt độ thấp, kết quả thực nghiệm khí thực không phù hợp với các định luật trên.

**VÍ DỤ MINH HOA****Dạng 1. Vận dụng được định luật Charles**

**Ví dụ 1.** Cho một khối khí dãn nở đẳng áp từ nhiệt độ  $t_1 = 32^\circ\text{C}$  đến nhiệt độ  $t_2 = 117^\circ\text{C}$ , thể tích khối khí tăng thêm 1,7 lít. Xác định thể tích khối khí trước và sau khi dãn nở.

**Lời giải.**

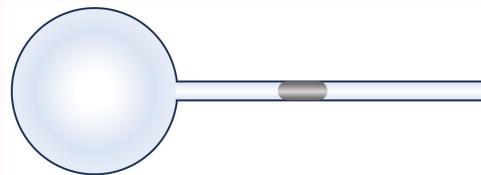
Trạng thái 1	$\xrightarrow{p=const}$	Trạng thái 2
$T_1 = 305\text{ K}$		$T_2 = 390\text{ K}$
$V_1 = ?$		$V_2 = V_1 + 1,7\text{ lít}$

Theo định luật Charles:

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \Leftrightarrow \frac{V_1}{305\text{ K}} &= \frac{V_1 + 1,7\text{ lít}}{390\text{ K}} \\ \Rightarrow V_1 &= 6,1\text{ lít}. \end{aligned}$$

□

**Ví dụ 2.** Một mô hình áp kế gồm một bình cầu thuỷ tinh có thể tích  $270\text{ cm}^3$  gắn với một ống nhỏ nằm ngang có tiết diện  $0,1\text{ cm}^2$ . Trong ống có một giọt thuỷ ngân. Ở  $0^\circ\text{C}$  giọt thuỷ ngân cách miệng bình cầu 30 cm. Tính khoảng di chuyển của giọt thuỷ ngân khi hơ nóng bình cầu đến  $10^\circ\text{C}$ . Coi thể tích bình là không đổi và ống thuỷ tinh đủ dài để giọt thuỷ ngân không rơi ra ngoài.



**Lời giải.**

Gọi:

- ✓  $S$  là tiết diện ống thuỷ tinh,  $S = 0,1\text{ cm}^2$ ;
- ✓  $V$  là thể tích bình cầu;
- ✓  $\ell_1, \ell_2$  lần lượt là khoảng cách từ giọt thuỷ ngân đến miệng bình trước và sau khi hơ nóng.

Giọt thuỷ ngân cân bằng khi áp suất khí trong bình cân bằng với áp suất khí ngoài bình. Do đó, quá trình hơ nóng bình xem như quá trình biến đổi trạng thái đẳng áp của khí trong bình.

Trạng thái 1	$\xrightarrow{p=const}$	Trạng thái 2
$T_1 = 273\text{ K}$		$T_2 = 283\text{ K}$
$V_1 = V + \ell_1 S = 273\text{ cm}^3$		$V_2 = V + \ell_2 S = (270 + 0,1\ell_2)\text{ cm}^3$

Theo định luật Charles:

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \Leftrightarrow \frac{273\text{ cm}^3}{273\text{ K}} &= \frac{(270 + 0,1\ell_2)\text{ cm}^3}{283\text{ K}} \\ \Rightarrow \ell_2 &= 130\text{ cm} \end{aligned}$$

Vậy: giọt thuỷ ngân đã di chuyển 1 đoạn  $\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1 = 100\text{ cm}$ .

□



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Hệ thức nào sau đây **không phù hợp** với quá trình đẳng áp?

- (A)  $\frac{V}{T} = \text{const.}$       (B)  $V \sim \frac{1}{T}$ .      (C)  $V \sim T$ .      (D)  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ .

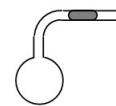
**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 2.**

Một thí nghiệm được thực hiện với khối không khí chứa trong bình cầu và ngăn với khí quyển bằng giọt thủy ngân như hình vẽ. Khi làm nóng hay nguội bình cầu thì biến đổi của khối khí thuộc loại nào?



- (A) Đẳng áp.      (B) Đẳng tích.      (C) Đẳng nhiệt.      (D) Bất kì.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 3.** Trong hệ toạ độ  $OVT$ , đường biểu diễn nào sau đây là đường đẳng áp?

- (A) Đường thẳng song song với trực hoành.      (B) Đường thẳng song song với trực tung.  
(C) Đường hyperbol.      (D) Đường thẳng kéo dài đi qua gốc toạ độ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 4.** Một quả bóng bay chứa khí hydrogen vào buổi sáng ở nhiệt độ  $20^\circ\text{C}$  thì có thể tích  $2500\text{ cm}^3$ . Coi áp suất khí quyển trong ngày không đổi. Thể tích của quả bóng này vào buổi trưa có nhiệt độ  $35^\circ\text{C}$  **gần nhất** với giá trị nào sau đây?

- (A)  $4375\text{ cm}^3$ .      (B)  $2628\text{ cm}^3$ .      (C)  $2378\text{ cm}^3$ .      (D)  $1429\text{ cm}^3$ .

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$\xrightarrow{p_1=p_2}$

**Trạng thái 2**

$$V_1 = 2500\text{ cm}^3$$

$$V_2 = ?$$

$$T_1 = 293\text{ K}$$

$$T_2 = 308\text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 \approx 2628\text{ cm}^3.$$

Chọn đáp án (B)



**Câu 5.** Ở nhiệt độ  $273^\circ\text{C}$  thể tích của một khối khí lí tưởng là  $10\text{ L}$ . Trong điều kiện áp suất không đổi, thể tích của khối khí đó ở nhiệt độ  $546^\circ\text{C}$  là

- (A)  $20\text{ L}$ .      (B)  $15\text{ L}$ .      (C)  $12\text{ L}$ .      (D)  $13,5\text{ L}$ .

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$\xrightarrow{p_1=p_2}$

**Trạng thái 2**

$$V_1 = 10\text{ L}$$

$$V_2 = ?$$

$$T_1 = 546\text{ K}$$

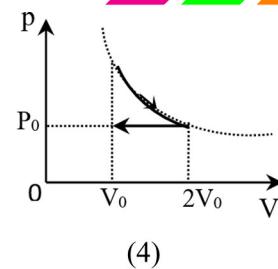
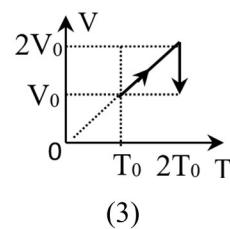
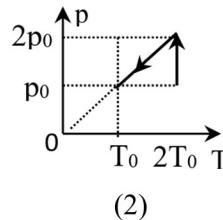
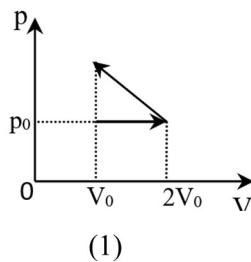
$$T_2 = 819\text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 15\text{ L}.$$

Chọn đáp án (B)



**Câu 6.** Một khối khí lí tưởng ban đầu có các thông số trạng thái  $p_0; V_0; T_0$ . Khối khí biến đổi đẳng áp đến thể tích  $2V_0$  rồi biến đổi đẳng nhiệt về thể tích ban đầu. Đồ thị nào sau đây diễn tả **đúng** quá trình trên?



(A) (1).

(B) (2).

(C) (3).

(D) (4).

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)

**Câu 7.** Thể tích của một lượng khí xác định tăng thêm 10% khi nhiệt độ của khí được tăng tới 47°C. Xác định nhiệt độ ban đầu của lượng khí, biết quá trình trên là đẳng áp.

(A) 18°C.

(B) 42°C.

(C) 51,7°C.

(D) 79°C.

**Lời giải.**

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{1,1} \approx 291 \text{ K} \Rightarrow t_1 = 18^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 8.** Một khối khí có thể tích 10 L ở 27°C. Giữ cho áp suất của khối khí không thay đổi, phải tăng nhiệt độ của khối khí lên bao nhiêu độ nữa để thể tích của nó là 12 L?

(A) 300 K.

(B) 360 K.

(C) 60 K.

(D) 120 K.

**Lời giải.****Trạng thái 1**

$$V_1 = 10 \text{ L}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

 $\xrightarrow{p_1=p_2}$ **Trạng thái 2**

$$V_2 = 12 \text{ L}$$

$$T_2 = ?$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 360 \text{ K} \Rightarrow \Delta T = 60 \text{ K}.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 9.** Khi nhiệt độ của khối khí lí tưởng tăng từ 27°C đến 227°C đồng thời giữ khối lượng và áp suất khí không đổi thì thể tích của khí sẽ

(A) tăng lên 66,67%.

(B) giảm xuống 66,67%.

(C) tăng lên 40%.

(D) giảm xuống 40%.

**Lời giải.**

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{3} \approx 166,67\%.$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 10.** Một khối khí 12 g có thể tích 4 L ở nhiệt độ 7°C. Sau khi được đun nóng đẳng áp thì khối lượng riêng của khí là 1,2 g/L. Nhiệt độ của khí sau khi được đun nóng là

(A) 84°C.

(B) 574°C.

(C) 247°C.

(D) 427°C.

**Lời giải.****Trạng thái 1**

$$V_1 = 4 \text{ L}$$

$$T_1 = 280 \text{ K}$$

 $\xrightarrow{p_1=p_2}$ **Trạng thái 2**

$$V_2 = 10 \text{ L}$$

$$T_2 = ?$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 11.** Nung nóng một lượng khí trong điều kiện đẳng áp, người ta thấy khi nhiệt độ của khối khí tăng thêm 3 K thì thể tích tăng thêm 1% so với thể tích ban đầu. Nhiệt độ ban đầu của lượng khí trên là

(A) 17°C.

(B) 56°C.

(C) 27°C.

(D) 36°C.

**Lời giải.**

## Trạng thái 1

 $\xrightarrow{p_1=p_2}$ 

$$\begin{aligned} V_1 \\ T_1 = ? \end{aligned}$$

## Trạng thái 2

$$\begin{aligned} V_2 = 1,01V_1 \\ T_2 = T_1 + 3 \end{aligned}$$

Theo định luật Charles:

$$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_1 + 3}{1,01V_1} \Rightarrow T_1 = 300\text{ K} \Rightarrow t_1 = 27^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án (C) □

**Câu 12.** Ống thuỷ tinh tiết diện đều với một đầu kín và một đầu hở. Bên trong ống có cột không khí dài  $\ell_1 = 20\text{ cm}$  được ngăn cách với không khí bên ngoài bởi cột thuỷ ngân, nhiệt độ bên trong ống là  $27^\circ\text{C}$ . Khi nhiệt độ không khí bên trong ống tăng thêm  $10^\circ\text{C}$  thì chiều cao cột không khí bên trong ống là bao nhiêu nếu áp suất của khí không đổi?

- (A) 22 cm. (B) 19,68 cm. (C) 20,67 cm. (D) 18,96 cm.

**Lời giải.**

## Trạng thái 1

 $\xrightarrow{p_1=p_2}$ 

$$\begin{aligned} V_1 = \ell_1 S \\ T_1 = 300\text{ K} \end{aligned}$$

## Trạng thái 2

$$\begin{aligned} V_2 = \ell_2 S \\ T_2 = 310\text{ K} \end{aligned}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \ell_2 \approx 20,67\text{ cm}.$$

Chọn đáp án (C) □

**Câu 13.** Một bình dung tích  $V = 15\text{ cm}^3$  chứa không khí ở nhiệt độ  $t_1 = 177^\circ\text{C}$  nối với một ống nằm ngang chứa đầy thuỷ ngân, đầu kia của ống thông với không khí bên ngoài. Khối lượng riêng của thuỷ ngân là  $13,6\text{ g/cm}^3$ . Khi nhiệt độ trong bình được làm lạnh đến nhiệt độ  $t_2 = 27^\circ\text{C}$  thì khối lượng thuỷ ngân chảy vào bình là

- (A) 5 g. (B) 172,88 g. (C) 68 g. (D) 136 g.

**Lời giải.**

## Trạng thái 1

 $\xrightarrow{p_1=p_2}$ 

$$\begin{aligned} V_1 = 15\text{ cm}^3 \\ T_1 = 450\text{ K} \end{aligned}$$

## Trạng thái 2

$$\begin{aligned} V_2 = ? \\ T_2 = 300\text{ K} \end{aligned}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 10\text{ cm}^3.$$

Thể tích thuỷ ngân chảy vào bình là

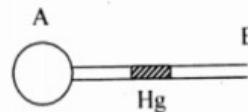
$$\Delta V = V_2 - V_1 = 5\text{ cm}^3.$$

Khối lượng thuỷ ngân chảy và bình là

$$\Delta m = \rho \Delta V = 68\text{ g}.$$

Chọn đáp án (C) □

**Câu 14.** Cho áp kế như hình vẽ. Ống thuỷ tinh dài có tiết diện  $0,1\text{ cm}^2$ . Ở  $0^\circ\text{C}$  giọt thuỷ ngân cách A là  $30\text{ cm}$ , ở  $5^\circ\text{C}$  giọt thuỷ ngân cách A là  $50\text{ cm}$ . Thể tích của bình là



- (A)  $106\text{ cm}^3$ . (B)  $210\text{ cm}^3$ . (C)  $134\text{ cm}^3$ . (D)  $250\text{ cm}^3$ .

**Lời giải.**

## Trạng thái 1

 $\xrightarrow{p_1=p_2}$ 

$$\begin{aligned} V_1 = V + 3\text{ cm}^3 \\ T_1 = 273\text{ K} \end{aligned}$$

## Trạng thái 2

$$\begin{aligned} V_2 = V + 5\text{ cm}^3 \\ T_2 = 278\text{ K} \end{aligned}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V \approx 106 \text{ cm}^3.$$

Chọn đáp án **(A)**



## TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

### Câu 1.

Hiện nay, nồi áp suất là một trong các thiết bị gia dụng được sử dụng phổ biến. Nồi áp suất giúp rút ngắn thời gian đun nấu, đa dạng chế độ nấu và an toàn cao nhờ hệ thống khoá nắp nồi khi chưa xả hết khí ra ngoài.



- a) Trong quá trình đun, áp suất bên trong nồi cao hơn áp suất khí quyển.
- b) Quá trình đun nấu diễn ra nhanh hơn do nước trong nồi áp suất sôi ở nhiệt độ thấp hơn 100 °C.
- c) Van xả khí giúp cho khí và hơi nước trong nồi được xả ra ngoài một cách từ từ đến khi cân bằng với áp suất bên ngoài.
- d) Nếu không có khoá an toàn và mở nắp nồi khi khí chưa được xả ra ngoài thì nước trong nồi sẽ nhanh chóng chuyển thành hơi đồng thời phun ra ngoài.

**Lời giải.**



- a) Đúng.
- b) Sai.
- c) Đúng.
- d) Đúng.



## BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Khi tăng nhiệt độ của một lượng khí xác định từ 32 °C lên 117 °C và giữ áp suất không đổi thì thể tích khí tăng thêm 1,7 L. Thể tích của lượng khí sau khi tăng nhiệt độ là bao nhiêu?

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$V_1 = V_2 - 1,7 \text{ L}$$

$$T_1 = 305 \text{ K}$$

$\xrightarrow{p_1=p_2}$

**Trạng thái 2**

$$V_2 = ?$$

$$T_2 = 390 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 7,8 \text{ L.}$$



**Câu 2.** Khối lượng riêng không khí trong phòng ở nhiệt độ 27 °C lớn hơn khối lượng riêng của không khí ngoài sân nắng ở nhiệt độ 42 °C bao nhiêu lần. Biết áp suất không khí trong và ngoài phòng là như nhau.

**Lời giải.**

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 1,05.$$



**Câu 3.** Khí ở lò thoát ra theo ống khói hình trụ. Ở đầu dưới, khí có nhiệt độ 727 °C và chuyển động với tốc độ 5 m/s. Áp suất khí coi như không đổi. Ở đầu trên của ống, khí có nhiệt độ 227 °C. Tốc độ của khí ở đầu trên bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$V_1 = v_1 t S$$

$$T_1 = 1000 \text{ K}$$

$\xrightarrow{p_1=p_2}$

**Trạng thái 2**

$$V_2 = v_2 t S$$

$$T_2 = 500 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow v_2 = 2,5 \text{ m/s.}$$





## PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÍ TƯỞNG

A

### LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

#### 1 Phương trình trạng thái của khí lí tưởng

Phương trình trạng thái của một lượng khí lí tưởng xác định:

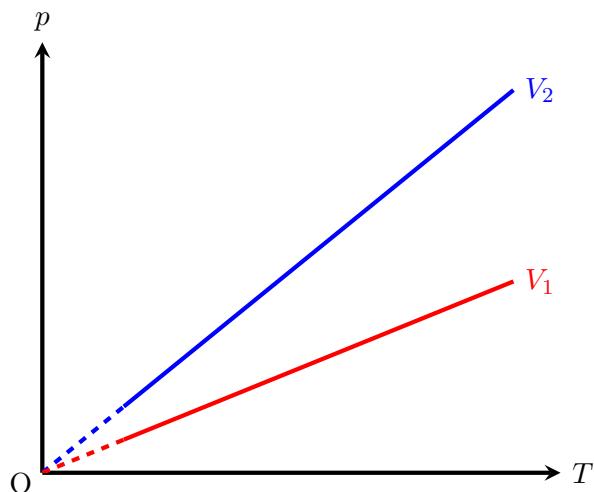
$$\frac{pV}{T} = \text{hằng số} \quad \text{hay} \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (2.5)$$

#### 2 Quá trình đẳng tích

Từ phương trình trạng thái, ta rút ra được phương trình liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ tuyệt đối khi thể tích khí không đổi:

$$\frac{p}{T} = \text{hằng số} \quad \text{hay} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (2.6)$$

Dường biểu diễn sự phụ thuộc của  $p$  theo  $T$  khi thể tích của khối khí không đổi gọi là **đường đẳng tích**.



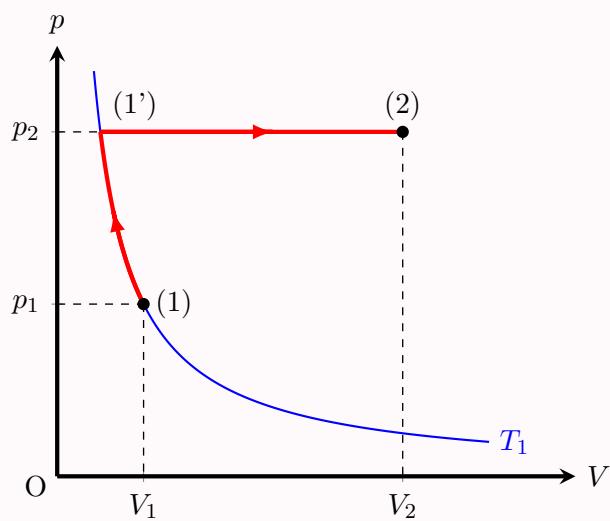
Hình 2.8: Các đường đẳng tích của một khối khí lí tưởng ứng với các thể tích  $V_1$  và  $V_2$  ( $V_2 < V_1$ )

B

### VÍ DỤ MINH HOẠ

#### ☞ Dạng 1. Sử dụng định luật Boyle và định luật Charles rút ra được phương trình trạng thái của khí lí tưởng

☞ **Ví dụ 1.** Xét một khối khí lí tưởng xác định biến đổi từ trạng thái 1 ( $p_1, V_1, T_1$ ) sang trạng thái 2 ( $p_2, V_2, T_2$ ) thông qua trạng thái trung gian 1' ( $p_2, V', T_1$ ).

Hình 2.9: Sơ đồ quá trình biến đổi trạng thái  $(1) \rightarrow (1') \rightarrow (2)$ 

- a) Chứng minh rằng  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ . Từ đó suy ra  $\frac{pV}{T} = C$  với  $C$  là hằng số phụ thuộc vào số mol khí.  
 b) Xác định giá trị của  $C$  theo số mol  $n$ .

### Lời giải.

- a) Xét quá trình biến đổi trạng thái của khối khí trong từng giai đoạn:  
 \* Quá trình biến đổi trạng thái  $(1) \rightarrow (1')$ :

$$\begin{array}{ccc} \text{Trạng thái 1} & \xrightarrow{T=const} & \text{Trạng thái 1'} \\ V_1 & & V'_1 \\ p_1 & & p'_1 = p_2 \end{array}$$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p'_1 V'_1 \Leftrightarrow p_1 V_1 = p_2 V'_1 \quad (2.7)$$

\* Quá trình biến đổi  $(1') \rightarrow (2)$ :

$$\begin{array}{ccc} \text{Trạng thái 1'} & \xrightarrow{p=const} & \text{Trạng thái 2} \\ V'_1 & & V_2 \\ T'_1 = T_1 & & T_2 \end{array}$$

Theo định luật Charles:

$$\frac{V'_1}{T'_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V'_1 = \frac{V_2 T_1}{T_2} \quad (2.8)$$

Thay phương trình (2.7) vào phương trình (2.8):

$$p_1 V_1 = \frac{p_2 V_2 T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

hay

$$\frac{pV}{T} = C \quad (\text{đpcm}). \quad (2.9)$$

- b) Xét trong điều kiện tiêu chuẩn  $p = 1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ; nhiệt độ  $T = 273 \text{ K}$  và thể tích của  $n$  (mol) khí  $V = 22,4n$  (lít)  $= 0,0224n \text{ m}^3$ .

Thay vào (2.9):

$$C = \frac{pV}{T} = \frac{(1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \cdot (0,0224 \text{ m}^3) \cdot n}{273 \text{ K}} \approx 8,31n \left( \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right).$$

## ☞ Dạng 2. Vận dụng được phương trình trạng thái của khí lí tưởng

☞ **Ví dụ 1.** Trong cylanh của một động cơ đốt trong có 0,5 lít hỗn hợp khí ở áp suất 1 atm và nhiệt độ 47 °C. Án piston xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn 0,05 lít và áp suất tăng lên 15 atm. Giả thiết rằng hỗn hợp khí tăng tuân theo phương trình trạng thái của khí lí tưởng. Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí ở trạng thái nén.

### ☞ Lời giải.

Trạng thái đầu	$\xrightarrow{n=const}$	Trạng thái sau
$p_1 = 1 \text{ atm}$		$p_2 = 15 \text{ atm}$
$V_1 = 0,5 \text{ lít}$		$V_2 = 0,05 \text{ lít}$
$T_1 = 320 \text{ K}$		$T_2 = ?$

Do lượng khí là không đổi, áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \cdot T_1 = \frac{(15 \text{ atm}) \cdot (0,05 \text{ lít})}{(1 \text{ atm}) \cdot (0,5 \text{ lít})} \cdot (320 \text{ K}) = 480 \text{ K.}$$

☞ **Ví dụ 2.** Tăng đồng thời nhiệt độ của một khối khí lí tưởng từ 27 °C lên 177 °C và áp suất từ 100 kPa lên 300 kPa. Hỏi khối lượng riêng của khối khí tăng hay giảm bao nhiêu lần?

### ☞ Lời giải.

Trạng thái đầu	$\xrightarrow{n=const}$	Trạng thái sau
$p_1 = 100 \text{ kPa}$		$p_2 = 300 \text{ kPa}$
$T_1 = 300 \text{ K}$		$T_2 = 450 \text{ K}$
$\rho_1, V_1$		$\rho_2, V_2$

Gọi  $\rho_1, V_1$  và  $\rho_2, V_2$  lần lượt là khối lượng riêng, thể tích lúc đầu và lúc sau của khối khí đang xét;  $m$  là khối lượng của khối khí.

Áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT}.$$

Như vậy:

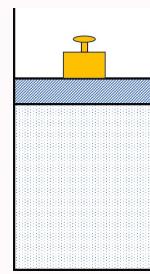
$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} = \frac{300 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} \cdot \frac{300 \text{ K}}{450 \text{ K}} = 2.$$

Như vậy, khối lượng riêng của khối khí lí tưởng này tăng 2 lần.

### ☞ **Ví dụ 3.**

Một cylanh đặt thẳng đứng có tiết diện là  $S = 100 \text{ cm}^2$ , chứa không khí ở nhiệt độ  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Ban đầu cylanh được đậy bằng một piston cách đáy  $h = 50 \text{ cm}$ . Piston có thể trượt không ma sát dọc theo mặt trong cylanh. Đặt lên trên piston một quả cân có trọng lượng  $P = 500 \text{ N}$ . Piston dịch chuyển xuống đoạn  $\ell = 10 \text{ cm}$  rồi dừng lại.

Tính nhiệt độ của khí trong cylanh sau khi piston dừng lại. Biết áp suất khí quyển là  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Bỏ qua khối lượng của piston.



### Lời giải.

Ban đầu khi piston cân bằng, áp lực do khí quyển tác dụng lên piston bằng áp lực do khí trong bình tác dụng:

$$p_1 = p_0 = 10^5 \text{ Pa.}$$

Khi đặt quả cân lên piston và piston lại cân bằng, áp lực của khí trong cylanh tác dụng lên piston bằng áp lực khí quyển và trọng lực của quả cân:

$$p_2 = p_0 + \frac{P}{S} = 10^5 \text{ Pa} + \frac{500 \text{ N}}{100 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

#### Trạng thái đầu

$$\begin{aligned} p_1 &= 10^5 \text{ Pa} \\ V_1 &= Sh \\ T_1 &= 300 \text{ K} \end{aligned}$$

$\xrightarrow{n=const}$

#### Trạng thái sau

$$\begin{aligned} p_2 &= 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ V_2 &= S(h - \ell) \\ T_2 &=? \end{aligned}$$

Áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

$$\begin{aligned} \frac{p_1 V_1}{T_1} &= \frac{p_2 V_2}{T_2} \\ \Rightarrow T_2 &= \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} \cdot T_1 = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{(h - \ell)}{h} \cdot T_1 \\ \Leftrightarrow T_2 &= \frac{1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{10^5 \text{ Pa}} \cdot \left( \frac{50 \text{ cm} - 10 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} \right) \cdot (300 \text{ K}) = 360 \text{ K.} \end{aligned}$$

### Dạng 3. Vận dụng được định luật Dalton (mở rộng)

Ở một nhiệt độ và thể tích xác định, áp suất toàn phần của một hỗn hợp khí gồm các khí không phản ứng hoá học với nhau bằng tổng áp suất riêng phần của mỗi khí thành phần có trong hỗn hợp:

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_1^n p_i \quad (2.10)$$

**Ví dụ 1.** Bình A có dung tích  $V_1 = 3 \text{ lít}$ , chứa một chất khí ở áp suất  $p_1 = 2 \text{ at}$ . Bình B dung tích  $V_2 = 4 \text{ lít}$ , chứa một chất khí ở áp suất  $p_2 = 1 \text{ at}$ . Nhiệt độ trong hai bình là như nhau. Nối hai bình A, B thông với nhau bằng một ống dẫn nhỏ. Biết không có phản ứng hoá học xảy ra giữa hai khí trong các bình. Tính áp suất của hỗn hợp khí.

### Lời giải.

Gọi áp suất riêng phần của mỗi khí trong hỗn hợp khi hai bình thông với nhau là  $p'_1$  và  $p'_2$ .

Trong quá trình nối hai bình với nhau, nhiệt độ của khí trong hai bình không đổi.

\* Xét quá trình biến đổi trạng thái của khí trong bình A

**Trạng thái 1**

$V_1 = 3 \text{ lít}$

$p_1 = 2 \text{ at}$

 $\xrightarrow{T=const}$ **Trạng thái 1'**

$V'_1 = V_1 + V_2 = 7 \text{ lít}$

$p'_1 = ?$

Theo định luật Boyle:

$$p_1 V_1 = p'_1 V'_1 \Rightarrow p'_1 = \frac{p_1 V_1}{V'_1} = \frac{(2 \text{ at}) \cdot (3 \text{ lít})}{7 \text{ lít}} = \frac{6}{7} \text{ at.}$$

**\* Xét quá trình biến đổi trạng thái của khí trong bình B****Trạng thái 2**

$V_2 = 4 \text{ lít}$

$p_2 = 1 \text{ at}$

 $\xrightarrow{T=const}$ **Trạng thái 2'**

$V'_2 = V_1 + V_2 = 7 \text{ lít}$

$p'_2 = ?$

Theo định luật Boyle:

$$p_2 V_2 = p'_2 V'_2 \Rightarrow p'_2 = \frac{p_2 V_2}{V'_2} = \frac{(1 \text{ at}) \cdot (4 \text{ lít})}{7 \text{ lít}} = \frac{4}{7} \text{ at.}$$

Áp dụng định luật Dalton, áp suất của hỗn hợp khí:

$$p' = p'_1 + p'_2 = \frac{10}{7} \text{ at} \approx 1,43 \text{ at.}$$

□



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Một bình cầu thủy tinh chứa (không đầy) một lượng nước nóng có nhiệt độ khoảng  $80^\circ\text{C}$  và được nút kín. Dội nước lạnh lên phần trên gần cổ bình, ta thấy nước trong bình lại sôi là vì

- (1) Nhiệt độ sôi của chất lỏng phụ thuộc áp suất chất khí ở phía trên bề mặt chất lỏng: Áp suất giảm - nhiệt độ sôi giảm.
- (2) Khi dội nước lạnh lên phần trên gần cổ bình sẽ làm cho nhiệt độ hơi bên trong giảm, kéo theo áp suất khí trên bề mặt chất lỏng giảm và do đó nhiệt độ sôi giảm xuống đến  $80^\circ\text{C}$  nên ta thấy nước trong bình lại sôi.

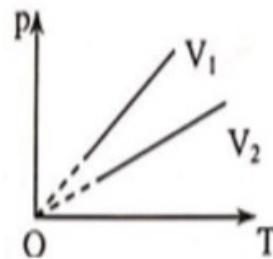
Giải thích đúng là

- A** chỉ (1).      **B** chỉ (2).      **C** (1) và (2).      **D** (1) và (2) đều sai.

**Lời giải.**Chọn đáp án **C**

□

**Câu 2.** Biểu diễn hai đường đẳng tích của một khối khí lí tưởng trong hệ toạ độ  $OVT$ . Biểu thức so sánh  $V_1$  và  $V_2$  đúng là



- A**  $V_1 > V_2$ .

- B**  $V_1 < V_2$ .

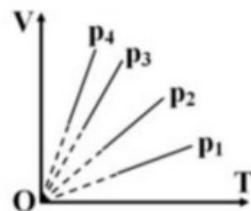
- C**  $V_1 = V_2$ .

- D**  $V_1 \geq V_2$ .

**Lời giải.**Chọn đáp án **B**

□

**Câu 3.** Trên đồ thị  $OVT$  vẽ bốn đường đẳng áp của cùng một lượng khí. Đường ứng với áp suất cao nhất là

(A)  $p_1$ .(B)  $p_2$ .(C)  $p_3$ .(D)  $p_4$ .**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 4.** Khi nitrogen được thu trên mặt nước ở nhiệt độ  $25^\circ\text{C}$ . Nếu áp suất hơi của nước ở  $25^\circ\text{C}$  là  $23,8 \text{ mmHg}$  và áp suất tổng cộng của hỗn hợp khí (gọi là khí nitrogen ướt) trong bình đo được là  $735 \text{ mmHg}$  thì áp suất riêng phần của khí nitrogen (khí khô) là

(A)  $760 \text{ mmHg}$ .(B)  $785,8 \text{ mmHg}$ .(C)  $710,8 \text{ mmHg}$ .(D)  $711,2 \text{ mmHg}$ .**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 5.** Nén  $10 \text{ L}$  khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  để cho thể tích của nó chỉ còn  $4 \text{ L}$ . Trong quá trình nén, nhiệt độ khí tăng  $33^\circ\text{C}$ . So với áp suất ban đầu, áp suất khí lúc sau

(A) tăng  $2,775$  lần.(B) giảm  $2,775$  lần.(C) giảm  $2,55$  lần.(D) tăng  $2,55$  lần.**Lời giải.****Trạng thái 1** $\xrightarrow{\nu=\text{const}}$ **Trạng thái 2**

$$p_1$$

$$V_1 = 10 \text{ L}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$p_2 = ?p_1$$

$$V_2 = 4 \text{ L}$$

$$T_2 = 333 \text{ K}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = 2,775.$$

Chọn đáp án (A)



**Câu 6.** Một bình cầu dung tích  $20 \text{ L}$  chứa khí oxygen ở nhiệt độ  $16^\circ\text{C}$  và áp suất  $100 \text{ atm}$ . Thể tích của lượng khí này ở điều kiện tiêu chuẩn là

(A)  $34125 \text{ L}$ .(B)  $2117 \text{ L}$ .(C)  $1889 \text{ L}$ .(D)  $125 \text{ L}$ .**Lời giải.****Trạng thái 1** $\xrightarrow{\nu=\text{const}}$ **Trạng thái 2**

$$p_1 = 100 \text{ atm}$$

$$p_2 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = 20 \text{ L}$$

$$V_2 = ?$$

$$T_1 = 289 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 \text{ K}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 \approx 1889 \text{ L}.$$

Chọn đáp án (C)



**Câu 7.** Piston của một máy nén, sau mỗi lần nén đưa được  $4 \text{ L}$  khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và áp suất  $1 \text{ atm}$  vào bình chứa khí ở thể tích  $2 \text{ m}^3$ . Nhiệt độ trong bình là  $42^\circ\text{C}$ . Áp suất khí trong bình khi piston đã thực hiện  $1000$  lần nén là

(A)  $2,1 \text{ atm}$ .(B)  $1,9 \text{ atm}$ .(C)  $3,1 \text{ atm}$ .(D)  $4,8 \text{ atm}$ .**Lời giải.****Trạng thái 1** $\xrightarrow{\nu=\text{const}}$ **Trạng thái 2**

$$p_1 = 1 \text{ atm}$$

$$p_2 = 0 \text{ atm}$$

$$V_1 = 4000 \text{ L}$$

$$V_2 = 2000 \text{ L}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 315 \text{ K}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = 2,1 \text{ atm.}$$

Chọn đáp án (A) □

**Câu 8.** Trong một động cơ diesel, khói khí có nhiệt độ ban đầu là  $627^\circ\text{C}$  được nén để thể tích giảm bằng  $\frac{1}{3}$  thể tích ban đầu và áp suất tăng 20% so với áp suất ban đầu. Nhiệt độ của khói khí sau khi nén bằng

- (A)  $360^\circ\text{C}$ . (B)  $87^\circ\text{C}$ . (C)  $267^\circ\text{C}$ . (D)  $251^\circ\text{C}$ .

**Lời giải.**

Trạng thái 1	$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$	Trạng thái 2
$p_1$		$p_2 = 1,2p_1$
$V_1$		$V_2 = \frac{V_1}{3}$
$T_1 = 900\text{ K}$		$T_2 = ?$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 360\text{ K} \Rightarrow t_2 = 87^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án (B) □

**Câu 9.** Một khói khí lí tưởng xác định, khi nhiệt độ của khói khí tăng thêm  $16^\circ\text{C}$  thì thể tích của nó giảm đi 10% so với thể tích ban đầu, áp suất tăng thêm 20% so với áp suất ban đầu. Nhiệt độ ban đầu của khói khí là

- (A)  $300\text{ K}$ . (B)  $216\text{ K}$ . (C)  $200\text{ K}$ . (D)  $289\text{ K}$ .

**Lời giải.**

Trạng thái 1	$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$	Trạng thái 2
$p_1$		$p_2 = 1,2p_1$
$V_1$		$V_2 = 0,9V_1$
$T_1$		$T_2 = T_1 + 16$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{1,2p_1 \cdot 0,9V_1}{T_1 + 16} \Rightarrow T_1 = 200\text{ K}.$$

Chọn đáp án (C) □

**Câu 10.** Một bóng thám không được chế tạo để có thể tăng bán kính lên tới 10 m khi bay ở tầng khí quyển có áp suất  $0,03\text{ atm}$  và nhiệt độ  $200\text{ K}$ . Ban đầu, bóng được bơm khí ở áp suất  $1\text{ atm}$  và nhiệt độ  $300\text{ K}$ . Bán kính của bóng sau khi bơm là

- (A)  $3,75\text{ m}$ . (B)  $3,45\text{ m}$ . (C)  $4,75\text{ m}$ . (D)  $3,56\text{ m}$ .

**Lời giải.**

Trạng thái 1	$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$	Trạng thái 2
$p_1 = 1\text{ atm}$		$p_2 = 0,03\text{ atm}$
$V_1 = \frac{4}{3}\pi r_1^3$		$V_2 = \frac{4}{3}\pi r_2^3$
$T_1 = 300\text{ K}$		$T_2 = 200\text{ K}$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow r_1 \approx 3,56\text{ m}.$$

Chọn đáp án (D) □

**Câu 11.** Hai bình cầu được nối với nhau bằng một ống có khoá, chứa hai chất khí không tác dụng hoá học với nhau, ở cùng nhiệt độ. Áp suất khí trong hai bình là  $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  và  $p_2 = 10^6 \text{ N/m}^2$ . Mở khoá nhẹ nhàng để hai bình thông với nhau sao cho nhiệt độ không đổi. Khi cân bằng xảy ra, áp suất ở hai bình là  $p = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Tỉ số thể tích của hai bình cầu  $V_1/V_2$  là

- (A)  $5$ . (B)  $3$ . (C)  $\frac{1}{3}$ . (D)  $\frac{1}{5}$ .

**Lời giải.**

Theo định luật Boyle:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = p'_1 (V_1 + V_2) \\ p_2 V_2 = p'_2 (V_1 + V_2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p'_1 = \frac{p_1 V_1}{V_1 + V_2} \\ p'_2 = \frac{p_2 V_2}{V_1 + V_2} \end{cases}$$

Theo định luật Dalton:

$$p' = p'_1 + p'_2$$

Đặt  $V_1 = kV_2$  ta thu được:

$$p' = \frac{kp_1 + p_2}{k+1} \Rightarrow k = 3.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 12.** Một căn phòng có kích thước  $8\text{ m} \times 5\text{ m} \times 4\text{ m}$ . Ban đầu không khí trong phòng ở điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  và áp suất là  $760\text{ mmHg}$ ), sau đó nhiệt độ của không khí tăng lên tới  $10^\circ\text{C}$  và áp suất  $780\text{ mmHg}$ . Thể tích của lượng khí (ở nhiệt độ  $10^\circ\text{C}$  và áp suất  $780\text{ mmHg}$ ) đã rời khỏi phòng **gần nhất** với giá trị nào sau đây?

(A)  $1,59\text{ m}^3$ .

(B)  $3,41\text{ m}^3$ .

(C)  $2,82\text{ m}^3$ .

(D)  $1,61\text{ m}^3$ .

**Lời giải.**

Trạng thái 1	$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$	Trạng thái 2
$p_1 = 760\text{ mmHg}$		$p_2 = 780\text{ mmHg}$
$V_1 = 160\text{ m}^3$		$V_2 = ?$
$T_1 = 273\text{ K}$		$T_2 = 283\text{ K}$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 \approx 161,61\text{ m}^3.$$

$$\Rightarrow \Delta V = V_2 - V_1 = 1,61\text{ m}^3.$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 13.** Một cylanh có piston cách nhiệt và nằm ngang. Piston ở vị trí chia cylanh thành hai phần bằng nhau, chiều dài của mỗi phần là  $30\text{ cm}$ . Mỗi phần chứa một lượng khí như nhau ở nhiệt độ  $17^\circ\text{C}$  và áp suất  $2\text{ atm}$ . Muốn piston di chuyển  $2\text{ cm}$  thì phải đun nóng khí ở một phần lên thêm bao nhiêu độ? Áp suất khí khi piston đã dịch chuyển là bao nhiêu?

(A)  $41,4\text{ K}$  và  $1,875\text{ atm}$ . (B)  $41,4\text{ K}$  và  $2,14\text{ atm}$ . (C)  $19,3\text{ K}$  và  $2,14\text{ atm}$ . (D)  $19,3\text{ K}$  và  $1,875\text{ atm}$ .

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} \frac{p_0 V_0}{T_0} &= \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \\ \Leftrightarrow \frac{(2\text{ atm}) \cdot (30\text{ cm})}{290\text{ K}} &= \frac{p \cdot (32\text{ cm})}{T} = \frac{p \cdot (28\text{ cm})}{290\text{ K}} \Rightarrow \begin{cases} p \approx 2,14\text{ atm} \\ T \approx 331,4\text{ K} \end{cases}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 14.** Bình kín được ngăn làm hai phần bằng nhau bằng tấm cách nhiệt có thể dịch chuyển được. Biết mỗi bên có chiều dài  $30\text{ cm}$  và nhiệt độ của khí trong bình là  $27^\circ\text{C}$ . Khi nung nóng 1 bên thêm  $10^\circ\text{C}$  và làm lạnh phần còn lại đi  $10^\circ\text{C}$  thì độ dịch chuyển của tấm cách nhiệt là

(A)  $1\text{ cm}$ .

(B)  $10\text{ cm}$ .

(C)  $5\text{ cm}$ .

(D)  $2\text{ cm}$ .

**Lời giải.**

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Leftrightarrow \frac{p_0 \cdot (30\text{ cm})}{300\text{ K}} = \frac{p \cdot (30+x)}{310\text{ K}} = \frac{p \cdot (30-x)}{290\text{ K}} \Rightarrow x = 1\text{ cm}.$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 15.** Hai bình giống nhau được nối với nhau bằng một ống nằm ngang có tiết diện  $20 \text{ mm}^2$ , giữa ống có một giọt thuỷ ngân. Ở  $0^\circ\text{C}$ , giọt thuỷ ngân ở chính giữa ống, thể tích khí ở mỗi ngăn là  $V_0 = 200 \text{ cm}^3$ . Nếu nhiệt độ ở một bình là  $t^\circ\text{C}$  và bình kia là  $-t^\circ\text{C}$  thì giọt thuỷ ngân dịch chuyển 10 cm. Giá trị của  $t$  là

- (A)  $13,65^\circ\text{C}$ . (B)  $2,73^\circ\text{C}$ . (C)  $27,3^\circ\text{C}$ . (D)  $1,365^\circ\text{C}$ .

**Lời giải.**

$$\frac{p_0 \cdot 200}{273} = \frac{p \cdot 202}{t + 273} = \frac{p \cdot 198}{-t + 273} \Rightarrow t = 2,73^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 16.** Một cái hồ sâu 15 m, dưới đáy hồ nhiệt độ của nước là  $7^\circ\text{C}$  còn trên mặt hồ là  $22^\circ\text{C}$ . Một bọt không khí có thể tích  $1 \text{ mm}^3$  nổi lên từ đáy hồ. Biết áp suất khí quyển là  $p_0 = 760 \text{ mmHg}$ , khối lượng riêng của nước và của thuỷ ngân lần lượt là  $1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $13600 \text{ kg/m}^3$ . Ở sát mặt nước, thể tích bọt khí là

- (A)  $1,5 \text{ mm}^3$ . (B)  $3,3 \text{ mm}^3$ . (C)  $2,6 \text{ mm}^3$ . (D)  $2,7 \text{ mm}^3$ .

**Lời giải.**

<b>Trạng thái 1</b>	$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$	<b>Trạng thái 2</b>
$p_1 = p_0 + \frac{h}{13,6} \approx 1863 \text{ mmHg}$		$p_2 = p_0 = 760 \text{ mmHg}$
$V_1 = 1 \text{ mm}^3$		$V_2 = ?$
$T_1 = 280 \text{ K}$		$T_2 = 295 \text{ K}$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 \approx 2,6 \text{ mm}^3.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 17.** Một tàu ngầm lặn ở độ sâu 40 m trong nước. Người ta mở một bình chứa không khí dung tích 500 L, áp suất 10 MPa, nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ , để đẩy nước ra khỏi thùng chứa nước của tàu. Biết rằng sau khi mở thùng, nhiệt độ của không khí là  $3^\circ\text{C}$ . Lấy áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ , khối lượng riêng của nước  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ , gia tốc trọng trường  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Thể tích nước bị đẩy ra là

- (A)  $27 \text{ m}^3$ . (B)  $8,7 \text{ m}^3$ . (C)  $2,7 \text{ m}^3$ . (D)  $87 \text{ m}^3$ .

**Lời giải.**

<b>Trạng thái 1</b>	$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$	<b>Trạng thái 2</b>
$p_1 = 10 \cdot 10^6 \text{ Pa}$		$p_2 = p_0 + \rho gh = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$
$V_1 = 500 \text{ L}$		$V_2 = ?$
$T_1 = 300 \text{ K}$		$T_2 = 276 \text{ K}$

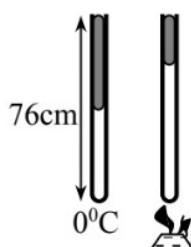
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 9200 \text{ L}.$$

Thể tích nước bị đẩy ra:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 8700 \text{ L} = 8,7 \text{ m}^3.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 18.** Một ống nghiệm tiết diện đều có chiều dài 76 cm, đặt thẳng đứng chứa một khối khí đến nửa ống, phía trên ống bị chặn bởi một cột thuỷ ngân. Nhiệt độ ban đầu của khối khí là  $0^\circ\text{C}$ . Áp suất khí quyển là  $76 \text{ cmHg}$ . Để một nửa cột thuỷ ngân bị trào ra ngoài thì phải đun nóng khối khí lên đến nhiệt độ



(A) 30 °C.

(B) 50 °C.

(C) 68 °C.

(D) 90 °C.

⇒ **Lời giải.****Trạng thái 1**

$$p_1 = p_0 + h_{\text{Hg}} = 114 \text{ cmHg}$$

$$V_1 = 38S \text{ cm}^3$$

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

 $\xrightarrow{\nu=\text{const}}$ **Trạng thái 2**

$$p_2 = p_0 + \frac{h_{\text{Hg}}}{2} = 95 \text{ cmHg}$$

$$V_2 = 57S \text{ cm}^3$$

$$T_2 = ?$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 \approx 341 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 68^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 19.** Hai bình cầu cùng dung tích chứa một chất khí nối với nhau bằng ống ngang. Một giọt thuỷ ngân nằm chính giữa ống ngang. Nhiệt độ trong các bình tương ứng là  $T_1$  và  $T_2$ . Tăng gấp đôi nhiệt độ tuyệt đối của khí trong mỗi bình thì giọt thuỷ ngân sẽ



(A) nằm yên không chuyển động.

(C) chuyển động sang trái.

(B) chuyển động sang phải.

(D) chưa đủ dữ kiện để xác định.

⇒ **Lời giải.**

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} \frac{pV}{T_1} = \frac{p'V_1}{2T_1} \\ \frac{pV}{T_2} = \frac{p'V_2}{2T_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} pV = \frac{p'V_1}{2} \\ pV = \frac{p'V_2}{2} \end{cases} \Rightarrow V_1 = V_2.$$

Vậy giọt thuỷ ngân không di chuyển

Chọn đáp án (A)

**Câu 20.** Hai bình cầu cùng dung tích chứa một chất khí nối với nhau bằng ống ngang. Một giọt thuỷ ngân nằm chính giữa ống ngang. Nhiệt độ trong các bình tương ứng là  $T_1$  và  $T_2$ . Tăng nhiệt độ khối khí trong mỗi bình thêm một lượng  $\Delta T$  như nhau thì giọt thuỷ ngân sẽ



(A) nằm yên không chuyển động.

(C) chuyển động sang trái.

(B) chuyển động sang phải.

(D) chưa đủ dữ kiện để xác định.

⇒ **Lời giải.**

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \Rightarrow \begin{cases} \frac{pV}{T_1} = \frac{p'V_1}{T_1 + \Delta T} \\ \frac{pV}{T_2} = \frac{p'V_2}{T_2 + \Delta T} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \frac{pV}{p'} \left(1 + \frac{\Delta T}{T_1}\right) \\ V_2 = \frac{pV}{p'} \left(1 + \frac{\Delta T}{T_2}\right) \end{cases}.$$

Vậy giọt thuỷ ngân di chuyển về phía nào còn phụ thuộc vào nhiệt độ ban đầu  $T_1, T_2$  ở mỗi ngăn

Chọn đáp án (D)



## TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

**Câu 1.** Vào những ngày trời mát dịu, khi thổi bóng bong xà phòng, ta quan sát thấy lúc đầu bong bóng bay lên cao rồi dần dần rơi xuống (nếu bóng không vỡ giữa chừng). Nhận định các lời giải thích sau đây cho hiện tượng trên.



- a) Bong bóng xà phòng chủ yếu chịu tác dụng của trọng lực và lực nâng của không khí.  
 b) Khi vừa được thổi, nhiệt độ không khí trong bong bóng cao hơn nhiệt độ môi trường, do đó lực nâng của không khí tác dụng lên bong bóng thăng được trọng lực của bong bóng làm bong bay lên.  
 c) Sau một thời gian, nhiệt độ của không khí trong bong bóng giảm để cân bằng với nhiệt độ môi trường.  
 d) Trong quá trình nhiệt độ khí giảm, thể tích bong bóng tăng và làm giảm lực nâng của không khí lên bong.

### Lời giải.

- a) Đúng.  
 b) Đúng.  
 c) Đúng.  
 d) Sai. Nhiệt độ khí giảm thì thể tích khí trong bong bóng giảm.

□

### Câu 2.

Một lốp ô tô được bơm căng không khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ . Áp suất ban đầu của khí ở áp suất khí quyển bình thường là  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Trong quá trình bơm, không khí vào trong lốp bị nén lại và giảm 80 % thể tích ban đầu (khi không khí còn ở bên ngoài lốp), nhiệt độ khí trong lốp tăng lên đến  $40^\circ\text{C}$ .



- a) Tỉ số thể tích sau khi đưa vào trong lốp và thể tích khí khi ở ngoài lốp là 0,2.  
 b) Áp suất khí trong lốp là  $2,11 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ .  
 c) Biết phần lốp xe tiếp xúc với mặt đường có diện tích  $205 \text{ cm}^2$ . Áp lực của lốp xe tác dụng lên mặt đường cỡ 1000 N.  
 d) Sau khi ô tô chạy ở tốc độ cao, nhiệt độ không khí trong lốp tăng lên đến  $75^\circ\text{C}$  và thể tích khí bên trong lốp tăng bằng 102 % thể tích lốp ở  $40,0^\circ\text{C}$ . Áp suất mới của khí trong lốp là  $5,76 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

### Lời giải.

- a) Đúng.  
 b) Sai.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = 5,28 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

- c) Sai. Áp dụng phương trình trạng thái:

$$F = p_2 S = 10\,824 \text{ N.}$$

- d) Đúng.

$$p_3 = p_2 \cdot \frac{V_2}{V_3} \cdot \frac{T_3}{T_2} = 5,76 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

□

### Câu 3.

Một lọ giác hơi (được cơ sở điều trị bằng phương pháp cổ truyền sử dụng) do chênh lệch áp suất rong và ngoài lọ nên dính vào bề mặt da lưng của người bệnh, điều này được tạo ra bằng cách sau:

Ban đầu, người ta hơ nóng khí bên trong lọ và nhanh chóng úp miệng hở của lọ vào vùng da cần tác động. Tại thời điểm áp vào da, nhiệt độ không khí trong lọ vào khoảng  $t_1 = 353^\circ\text{C}$ . Sau một thời gian, nhiệt độ không khí giảm dần và cân bằng nhiệt với không khí bên ngoài ở nhiệt độ khoảng  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ . Áp suất khí quyển  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Diện tích phần miệng hở của lọ là  $S = 28,0 \text{ cm}^2$ . Bỏ qua sự thay đổi thể tích của không khí trong bình (do sự phồng lên của da bên trong miệng lọ).



- Chênh lệch áp suất trong và ngoài lọ giác hơi tạo lực hút làm máu dưới da tăng cường đến nơi miệng lọ giác hơi bám vào, từ đó tạo ra tác dụng lưu thông khí huyết.
- Áp suất khí trong lọ khi nhiệt độ khí cân bằng với nhiệt độ môi trường là  $4,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- Lực hút tối đa lên mặt da là  $156 \text{ N}$ .
- Thực tế, do bề mặt da bị phồng lên bên trong miệng của lọ nên thể tích khí trong lọ bị giảm 10%. Chênh lệch áp suất khí trong lọ và ngoài lọ là  $5,3 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ .

### ⇒ Lời giải.

- Đúng.
- Đúng.
- Sai.  $F = (p_0 - p_2) S = 145,6 \text{ N}$ .
- Sai.

$$\frac{p \cdot 0,9V_0}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \Rightarrow p = 5,3 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

Chênh lệch áp suất trong và ngoài lọ:

$$\Delta p = p_0 - p = 4,7 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

□

### Câu 4.

Một khách du lịch đang đi dạo ở Đà Lạt, người này sau khi uống hết nước trong chai thể tích  $500 \text{ mL}$  thì đóng nắp chai nước lại và mang theo người, chai nước có vỏ rất mỏng. Nhiệt độ tại Đà Lạt vào thời điểm đó là  $25^\circ\text{C}$ .

Tại những nơi ở gần mặt đất và nhiệt độ thay đổi không đáng kể, áp suất khí quyển thay đổi theo độ cao  $h$  so với mặt nước biển  $p = p_0 e^{-0,00011h}$ , trong đó  $p_0$  là áp suất khí quyển tại mặt đất ngang với mặt nước biển và bằng  $1 \text{ atm}$ ,  $h$  có đơn vị mét. Thành phố Đà Lạt ở độ cao  $1500 \text{ m}$  so với mặt nước biển.



- Áp suất khí quyển tại Đà Lạt xấp xỉ  $0,848 \text{ atm}$ .
- Khi mang chai nước lên xe khách đang mở điều hòa ở nhiệt độ  $20^\circ\text{C}$  thì người này thấy vỏ chai bị phồng lên.
- Khi về đến Thành phố Hồ Chí Minh (có độ cao ngang mực nước biển và nhiệt độ  $32^\circ\text{C}$ ), người này thấy chai nước bị dẹp đi.
- Chai nước sẽ trở lại hình dạng bình thường nếu ở độ cao khoảng  $1289 \text{ m}$  với nhiệt độ  $32^\circ\text{C}$ .

### ⇒ Lời giải.

- Đúng.
- Sai. Ở cùng điều kiện áp suất, nhiệt độ khí giảm thì thể tích khí giảm. Chai sẽ bị bẹp lại.
- Đúng.

#### Trạng thái ở Đà Lạt

$$\begin{aligned} p_1 &= 0,848 \text{ atm} \\ T_1 &= 298 \text{ K} \\ V_1 &= 500 \text{ L} \end{aligned}$$

 $\xrightarrow{\nu=\text{const}}$ 

#### Trạng thái ở Tp.HCM

$$\begin{aligned} p_2 &=? \\ T_2 &= 305 \text{ K} \\ V_2 &=? \end{aligned}$$

Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 \approx 434 \text{ mL.}$$

d) Đúng.

**Trạng thái ở Đà Lạt**

$$p_1 = e^{-0,00011 \cdot 1500} \text{ atm}$$

$$T_1 = 298 \text{ K}$$

$\xrightarrow{V=\text{const}}$

**Trạng thái ở độ cao  $h$**

$$p_2 = e^{-0,00011 \cdot h} \text{ atm}$$

$$T_2 = 305 \text{ K}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow h \approx 1289 \text{ m.}$$

□



## BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Trong cylanh của một động cơ đốt trong có 2L hỗn hợp khí dưới áp suất 1,5 atm và nhiệt độ 47 °C. Piston nén xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn 0,2L và áp suất tăng đến 21 atm. Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí nén.

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$p_1 = 1,5 \text{ atm}$$

$$V_1 = 2 \text{ L}$$

$$T_1 = 320 \text{ K}$$

$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = 21 \text{ atm}$$

$$V_2 = 0,2 \text{ L}$$

$$T_2 = ?$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 448 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 175 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

□

**Câu 2.** Trong cylanh của một động cơ đốt trong có 2L hỗn hợp khí dưới áp suất 1,5 atm và nhiệt độ 27 °C. Piston nén xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn bằng 0,3L và áp suất tăng lên tới 18 atm. Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí nén.

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$p_1 = 1,5 \text{ atm}$$

$$V_1 = 2 \text{ L}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = 18 \text{ atm}$$

$$V_2 = 0,3 \text{ L}$$

$$T_2 = ?$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 540 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 267 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

□

**Câu 3.** Trong một khu hội chợ, người ta bơm một quả bóng có thể tích 200L ở nhiệt độ 27 °C trên mặt đất. Sau đó, bóng được thả bay lên độ cao mà ở đó áp suất khí quyển chỉ còn 0,8 lần áp suất khí quyển ở mặt đất và có nhiệt độ 17 °C. Tính thể tích của quả bóng ở độ cao đó, bỏ qua áp suất phụ gây ra bởi vỏ quả bóng.

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$p_1$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$V_1 = 200 \text{ L}$$

$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = 0,8 p_1$$

$$T_2 = 290 \text{ K}$$

$$V_2 = ?$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 241,67 \text{ L.}$$

□

**Câu 4.** Một bình thép dung tích 50 L chứa khí hydrogen ở áp suất 5 MPa và nhiệt độ 37 °C. Dùng bình này bơm được bao nhiêu quả bóng bay nếu mỗi quả có dung tích 10 L, áp suất 1,05 · 10<sup>5</sup> Pa, nhiệt độ bóng bay là 12 °C.

**Lời giải.**

Trạng thái 1	$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$	Trạng thái 2
$p_1 = 5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$		$p_2 = 1,05 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
$T_1 = 310 \text{ K}$		$T_2 = 285 \text{ K}$
$V_1 = 50 \text{ L}$		$V_2 = 50 \text{ L} + n \cdot 10 \text{ L}$

Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow n \approx 214.$$

□

**Câu 5.** Một thùng có thể tích 40 L chứa 3,96 kg khí CO<sub>2</sub>, biết rằng bình khí sẽ nổ khi áp suất vượt quá 60 atm. Khối lượng riêng của chất khí ở điều kiện tiêu chuẩn là 1,98 kg/m<sup>3</sup>. Người ta cần phải bảo quản bình khí ở nhiệt độ bao nhiêu?

**Lời giải.**

Trạng thái 1	$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$	Trạng thái 2
$p_1 = 1 \text{ atm}$		$p_2 = 60 \text{ atm}$
$V_1 = \frac{m}{\rho} = 2 \text{ m}^3$		$V_2 = 0,04 \text{ m}^3$
$T_1 = 273 \text{ K}$		$T_2 = ?$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 372,6 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 54,6^\circ\text{C}.$$

Vậy cần phải bảo quản bình khí ở nhiệt độ dưới 54,6 °C.

□

**Câu 6.** Một bình hình trụ dung tích 8 lít, đặt thẳng đứng, đầy kín bằng một nắp khối lượng 2 kg và có đường kính 20 cm. Trong bình chứa khí ở nhiệt độ 100 °C và áp suất bằng áp suất khí quyển 10<sup>5</sup> Pa. Khi nhiệt độ trong bình giảm còn 20 °C thì

- a) áp suất khí trong bình bằng bao nhiêu?
- b) muốn mở nắp bình cần một lực bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

- a) Khí trong bình có khối lượng và thể tích không đổi:

Trạng thái 1	$\xrightarrow{V=\text{const}}$	Trạng thái 2
$T_1 = 373 \text{ K}$		$T_2 = 293 \text{ K}$
$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$		$p_2 = ?$

Quá trình biến đổi trạng thái của khí trong bình là đẳng tích:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{(10^5 \text{ Pa}) \cdot (373 \text{ K})}{293 \text{ K}} \approx 7,86 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$

- b) Muốn mở được nắp bình cần tác dụng vào nắp một lực tối thiểu để cùng với áp lực bên trong bình thẳng trọng lực của nắp và áp lực của không khí bên ngoài:

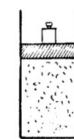
$$F + p_2 S = mg + p_1 S \Rightarrow F = mg + (p_1 - p_2) \cdot \frac{\pi d^2}{4} = (2 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) + (10^5 \text{ Pa} - 7,86 \cdot 10^4 \text{ Pa}) \cdot \frac{\pi \cdot (0,2 \text{ m})^2}{4} \approx 692 \text{ N.}$$

□

**Câu 7.**

Một cylanh đặt thẳng đứng có tiết diện là  $S = 100 \text{ cm}^2$ , chứa không khí ở nhiệt độ  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Ban đầu cylanh được đậy bằng một piston cách đáy  $h = 50 \text{ cm}$ . Piston có thể di chuyển không ma sát dọc theo mặt trong của cylanh. Đặt lên trên piston một quả cân có trọng lượng  $P = 500 \text{ N}$ . Piston dịch chuyển xuống đoạn  $\ell = 10 \text{ cm}$  rồi dừng lại. Biết áp suất khí quyển là  $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ . Bỏ qua khối lượng của piston. Nhiệt độ của khí trong cylanh sau khi piston dừng lại là bao nhiêu?

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = Sh = 5000 \text{ cm}^3$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = p_0 + \frac{P}{S} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_2 = S(h - \ell) = 4000 \text{ cm}^3$$

$$T_2 = ?$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 360 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 87^\circ\text{C}.$$

**Câu 8.** Cylanh kín được chia làm hai phần, mỗi phần dài 52 cm và ngăn cách nhau bằng piston cách nhiệt. Mỗi phần chứa một lượng khí giống nhau ở  $27^\circ\text{C}$  và áp suất  $75 \text{ cmHg}$ . Khi nung nóng một phía của cylanh lên thêm  $50^\circ\text{C}$  thì piston di chuyển. Áp suất khí trong cylanh sau khi nung là bao nhiêu?

**Lời giải.**

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Leftrightarrow \frac{(75 \text{ cmHg}) \cdot (52 \text{ cm})}{300 \text{ K}} = \frac{p \cdot (52 + x)}{350 \text{ K}} = \frac{p \cdot (52 - x)}{300 \text{ K}} \Rightarrow \begin{cases} x = 4 \text{ cm} \\ p = 81,25 \text{ cmHg} \end{cases} .$$

**Câu 9.** Hai bình chứa cùng một lượng khí nối với nhau bằng một ống nằm ngang tiết diện  $0,4 \text{ cm}^2$ , ngăn cách nhau bằng một giọt thuỷ ngân trong ống. Ban đầu mỗi phần có nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và thể tích  $0,3 \text{ L}$ . Khi tăng nhiệt độ bình I thêm  $2^\circ\text{C}$  và giảm nhiệt độ bình II đi  $2^\circ\text{C}$  thì giọt thuỷ ngân di chuyển một khoảng bằng bao nhiêu và theo chiều nào?

**Lời giải.**

Gọi:

- $p_0, p$  lần lượt là áp suất mỗi bình ban đầu và sau khi thay đổi nhiệt độ;
- $x$  là khoảng dịch chuyển của giọt thuỷ ngân.

Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng cho mỗi bình trước và sau khi thay đổi nhiệt độ:

$$\begin{aligned} \frac{p_0 V_0}{T} &= \frac{p V_1}{T_1} = \frac{p V_2}{T_2} \\ \Leftrightarrow \frac{p(300 + 0,4x)}{302} &= \frac{300 - 0,4x}{298} \Rightarrow x = 5 \text{ cm}. \end{aligned}$$

**Bài 5****PHƯƠNG TRÌNH CLAPEYRON - MENDELEEV****A****LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM****Phương trình Clapeyron - Mendeleev:**

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

trong đó:

- $p$ : áp suất khí, đơn vị trong hệ SI là Pa;
- $V$ : thể tích khí, đơn vị trong hệ SI là  $m^3$ ;
- $n$ : số mole khí, đơn vị trong hệ SI là mol;
- $m$ : khối lượng khí, đơn vị trong hệ SI là kg;
- $M$ : khối lượng mole, đơn vị trong hệ SI là kg/mol;
- $R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ : hằng số khí lí tưởng;
- $T$ : nhiệt độ tuyệt đối, đơn vị trong hệ SI là K.

**A** Một số đơn vị đo áp suất thông dụng:

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa.}$$

$$1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$

**B****VÍ DỤ MINH HOẠ****Dạng 1. Xác định được mối liên hệ giữa các đại lượng  $p, V, T, m, M$** **❖ Ví dụ 1.** Một bình dung tích 10 L chứa 2 g khí hydrogen ở 27 °C. Tính áp suất khí trong bình.**Lời giải.**

Áp dụng phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$\begin{aligned} pV &= \frac{m}{M}RT \\ \Rightarrow p &= \frac{mRT}{MV} = \frac{(2 \text{ g}) \cdot (8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})) \cdot (300 \text{ K})}{(2 \text{ g/mol}) \cdot (10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)} = 249\,300 \text{ Pa.} \end{aligned}$$

**❖ Ví dụ 2.** Có 10 g khí oxygen ở 47 °C, áp suất 2,1 at. Sau khi đun nóng đẳng áp thì thể tích khí là 10 L.

Tim

- thể tích khí trước khi đun.
- nhiệt độ khí sau khi đun.
- khối lượng riêng của khí trước và sau khi đun.

**Lời giải.****Trạng thái 1**

$$p_1 = 2,1 \text{ at} = 2,06 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = ?$$

$$T_1 = 320 \text{ K}$$

$$\xrightarrow[p_1=p_2]{n=\text{const}}$$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = p_1$$

$$V_2 = 10 \text{ L}$$

$$T_2 = ?$$

a) Áp dụng phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{m R T_1}{M p_1} = \frac{(10 \text{ g}) \cdot (8,31 \text{ g/mol}) \cdot (320 \text{ K})}{(32 \text{ g/mol}) \cdot (2,06 \cdot 10^5 \text{ Pa})} \approx 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 4 \text{ L.}$$

b) Áp dụng định luật Charles:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{(10 \text{ L}) \cdot (320 \text{ K})}{4 \text{ L}} = 800 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 527^\circ\text{C.}$$

c) Khối lượng riêng của khí trước khi đun:

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{10 \text{ g}}{4 \text{ L}} = 2,5 \text{ g/L.}$$

Khối lượng riêng của khí sau khi đun:

$$\rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{10 \text{ g}}{10 \text{ L}} = 1 \text{ g/L.}$$



**Ví dụ 3.** Hai bình cầu có thể tích  $V_1 = 100 \text{ cm}^3$ ,  $V_2 = 200 \text{ cm}^3$  được nối bằng một ống nhỏ cách nhiệt. Ban đầu hệ có nhiệt độ  $t_0 = 27^\circ\text{C}$  và chứa khí oxygen ở áp suất  $p_0 = 760 \text{ mmHg}$ . Sau đó, bình  $V_1$  giảm nhiệt độ xuống đến  $0^\circ\text{C}$  còn bình  $V_2$  tăng nhiệt độ lên đến  $100^\circ\text{C}$ . Tính áp suất khí trong các bình lúc sau.

### Lời giải.

	$p$	$V$	$T$
<b>Ban đầu</b>	$p_0 = 760 \text{ mmHg}$	$V_0 = V_1 + V_2 = 300 \text{ cm}^3$	$300 \text{ K}$
<b>Bình 1 lúc sau</b>	$p = ?$	$V_1 = 100 \text{ cm}^3$	$T_1 = 273 \text{ K}$
<b>Bình 2 lúc sau</b>	$p = ?$	$V_2 = 200 \text{ cm}^3$	$T_2 = 373 \text{ K}$

Từ phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT}.$$

Mà:  $n = n_1 + n_2$

$$\Leftrightarrow \frac{p_0 V_0}{R T_0} = \frac{p V_1}{R T_1} + \frac{p V_2}{R T_2}$$

$$\Rightarrow p = \frac{p_0 V_0}{T_0 \left( \frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right)} = \frac{(760 \text{ mmHg}) \cdot (300 \text{ cm}^3)}{(300 \text{ K}) \cdot \left( \frac{100 \text{ cm}^3}{273 \text{ K}} + \frac{200 \text{ cm}^3}{373 \text{ K}} \right)} \approx 842,11 \text{ mmHg.}$$



### Dạng 2. Giải được bài toán thay đổi thông số trạng thái khi khối lượng khí thay đổi

**Ví dụ 1.** Bình chứa khí nén ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ , 40 at. Một nửa lượng khí trong bình thoát ra và nhiệt độ hạ xuống đến  $12^\circ\text{C}$ . Tìm áp suất của khí còn lại trong bình.

### Lời giải.

**Trạng thái 1**
 $\xrightarrow[V=\text{const}]{n_1 \neq n_2}$ 
**Trạng thái 2**

$p_1 = 40 \text{ atm}$

$V_1 = V$

$T_1 = 300 \text{ K}$

$n_1 = n$

$p_2 = ?$

$V_2 = V$

$T_2 = 285 \text{ K}$

$n_2 = \frac{n}{2}$

Áp dụng phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$p_1 V = n R T_1 \quad (2.11)$$

$$p_2 V = \frac{n}{2} R T_2 \quad (2.12)$$

Từ phương trình (2.11) và (2.12):

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{T_2 p_1}{2 T_1} = \frac{(285 \text{ K}) \cdot (40 \text{ atm})}{2 \cdot (300 \text{ K})} = 19 \text{ atm.}$$



**❖ Ví dụ 2.** Một bình kín có thể tích  $0,4 \text{ m}^3$ , chứa khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và áp suất  $1,5 \text{ atm}$ . Khi mở nắp, áp suất khí còn  $1 \text{ atm}$  và nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$ .

- Tìm thể tích khí thoát ra khỏi bình ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  và áp suất  $1 \text{ atm}$ .
- Tìm khối lượng khí còn lại trong bình và khối lượng khí thoát ra khỏi bình, biết khối lượng riêng của khí ở điều kiện tiêu chuẩn là  $\rho_0 = 1,2 \text{ kg/m}^3$ .

**Lời giải.**

a) Quá trình biến đổi trạng thái của khí trong bình:

**Trạng thái 1**
 $\xrightarrow[n=\text{const}]{}$ 
**Trạng thái 2**

$p_1 = 1,5 \text{ atm}$

$p_2 = 1 \text{ atm}$

$V_1 = 0,4 \text{ m}^3$

$V_2 = ?$

$T_1 = 300 \text{ K}$

$T_2 = 273 \text{ K}$

Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{p_2} = \frac{(1,5 \text{ atm}) \cdot (0,4 \text{ m}^3)}{300 \text{ K}} \cdot \frac{(273 \text{ K})}{1 \text{ atm}} = 0,546 \text{ m}^3.$$

Thể tích khí thoát ra khỏi bình ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  và áp suất  $1 \text{ atm}$ :

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 0,146 \text{ m}^3.$$

b) Khối lượng khí còn lại trong bình:

$$m = \rho_0 V_1 = (1,2 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,4 \text{ m}^3) = 0,48 \text{ kg.}$$

Khối lượng khí thoát ra khỏi bình:

$$\Delta m = \rho_0 \Delta V = (1,2 \text{ kg/m}^3) \cdot (0,146 \text{ m}^3) = 0,1752 \text{ kg.}$$





## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Gọi  $p$ ,  $V$ ,  $T$  là các thông số trạng thái,  $m$  là khối lượng khí,  $M$  là khối lượng mole của khí và  $R$  là hằng số khí lí tưởng. Phương trình Clapeyron - Mendeleev có dạng

- (A)  $pVT = \frac{m}{M}R$ .      (B)  $\frac{pV}{T} = \frac{m}{M}R$ .      (C)  $\frac{pV}{T} = \frac{M}{m}R$ .      (D)  $\frac{pV}{T} = \frac{1}{Mm}R$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 2.** Hai phòng kín có thể tích bằng nhau, thông với nhau bằng một cửa mở. Nhiệt độ không khí trong hai phòng khác nhau, thì số phân tử khí trong mỗi phòng so với nhau sẽ

- (A) bằng nhau.      (B) nhiều hơn ở phòng nóng.  
 (C) nhiều hơn ở phòng lạnh.      (D) phụ thuộc kích thước cửa.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 3.** Cho bốn bình có cùng dung tích và cùng nhiệt độ đựng các khí khác nhau. Khí ở bình nào có áp suất lớn nhất?

- (A) Bình 1 đựng 4 g khí hydrogen.      (B) Bình 2 đựng 22 g khí carbon dioxide.  
 (C) Bình 3 đựng 7 g khí nitrogen.      (D) Bình 4 đựng 4 g khí oxygen.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 4.** Một lượng khí hydrogen ở  $27^\circ\text{C}$  dưới áp suất 99 720 Pa. Khối lượng riêng của khí là

- (A) 0,08 kg/m<sup>3</sup>.      (B) 0,80 kg/m<sup>3</sup>.      (C) 0,88 kg/m<sup>3</sup>.      (D) 0,068 kg/m<sup>3</sup>.

**Lời giải.**

$$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT} = 0,08 \text{ kg/m}^3.$$

Chọn đáp án (A)



**Câu 5.** Hai bình thuỷ tinh A và B cùng chứa khí helium. Áp suất khí ở bình A gấp đôi áp suất khí ở bình B. Dung tích của bình B gấp đôi bình A. Khi bình A và B cùng nhiệt độ thì

- (A) số nguyên tử ở bình A nhiều hơn số nguyên tử ở bình B.  
 (B) số nguyên tử ở bình B nhiều hơn số nguyên tử ở bình A.  
 (C) số nguyên tử ở hai bình như nhau.  
 (D) mật độ nguyên tử ở hai bình như nhau.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 6.** Hai bình chứa khí lí tưởng ở cùng nhiệt độ. Bình B có dung tích gấp đôi bình A, có số phân tử bằng nửa số phân tử trong bình A. Áp suất khí trong bình B so với áp suất khí trong bình A thì

- (A) bằng nhau.      (B) bằng một nửa.      (C) bằng  $\frac{1}{4}$ .      (D) gấp đôi.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 7.** Khí cầu có dung tích 328 m<sup>3</sup> được bơm khí hydrogen. Khi bơm xong, hydrogen trong khí cầu có nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ , áp suất 0,9 atm. Nếu mỗi giây bơm được 2,5 g khí vào khí cầu thì thời gian để bơm là

- (A) 2 h.      (B) 160 min.      (C) 960 s.      (D) 1,5 h.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 8.** Bình chứa được 7 g khí nitrogen ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  dưới áp suất  $5,11 \cdot 10^5$  Pa. Người ta thay khí nitrogen bằng khí X. Lúc này nhiệt độ khí X trong bình là  $53^\circ\text{C}$ , bình chỉ chứa được 4 g khí đó ở áp suất  $44,4 \cdot 10^5$  Pa. Khí X là

- (A) H<sub>2</sub>.      (B) He.      (C) O<sub>2</sub>.      (D) CO<sub>2</sub>.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)

**Câu 9.** Trong một ống dẫn khí tiết diện đều  $S = 5 \text{ cm}^2$  có khí  $\text{CO}_2$  chảy qua ở nhiệt độ  $35^\circ\text{C}$  và áp suất  $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Trong thời gian 10 min có  $m = 3 \text{ kg}$  khí  $\text{CO}_2$  qua ống. Tốc độ của dòng khí là

- (A) 2,085 m/s. (B) 2,065 m/s. (C) 1,94 m/s. (D) 1,616 m/s.

**Lời giải.**

Thể tích khí:

$$V = \frac{mRT}{Mp} \approx 0,582 \text{ m}^3.$$

Tốc độ dòng khí:

$$v = \frac{V}{St} = 1,94 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 10.** Một khối khí lí tưởng được chứa trong bình kín ở nhiệt độ  $300 \text{ K}$  và áp suất  $40 \text{ atm}$ . Cho một nửa lượng khí thoát ra khỏi bình thì áp suất còn  $19 \text{ atm}$ . Nhiệt độ của khối khí lúc này là

- (A)  $10^\circ\text{C}$ . (B)  $22^\circ\text{C}$ . (C)  $15^\circ\text{C}$ . (D)  $12^\circ\text{C}$ .

**Lời giải.****Trạng thái 1**

$$\xrightarrow[V=\text{const}]{n_2=n_1/2}$$

$$p_1 = 40 \text{ atm}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = 19 \text{ atm}$$

$$T_2 = ?$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 285 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 12^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 11.** Một lượng khí hydrogen trong bình ở áp suất  $3 \text{ atm}$ , nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ . Dun nóng khí đến  $127^\circ\text{C}$ . Do bình hở nên  $3/4$  lượng khí thoát ra ngoài. Áp suất khí trong bình bây giờ là

- (A) 2 atm. (B) 0,75 atm. (C) 1 atm. (D) 4 atm.

**Lời giải.****Trạng thái 1**

$$\xrightarrow[V=\text{const}]{n_2=n_1/4}$$

$$p_1 = 3 \text{ atm}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = ?$$

$$T_2 = 400 \text{ K}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 = 1 \text{ atm.}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 12.** Một bình chứa  $1 \text{ kg}$  khí ở áp suất  $10^6 \text{ Pa}$ . Người ta lấy ở bình ra một lượng khí cho tới khi áp suất của khí trong bình còn lại  $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Coi nhiệt độ của khối khí không đổi. Lượng khí đã lấy ra là

- (A) 0,2 kg. (B) 0,4 kg. (C) 0,8 kg. (D) 0,6 kg.

**Lời giải.**

$$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow m_2 = 0,4 \text{ kg.}$$

Lượng khí đã lấy ra:

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 0,6 \text{ kg.}$$

Chọn đáp án (D)

**Câu 13.** Một bình có dung tích  $V = 10 \text{ L}$  chứa một lượng khí hydrogen bị nén ở áp suất  $p = 50 \text{ atm}$  và nhiệt độ  $7^\circ\text{C}$ . Khi nung nóng bình, do bình hở nên có một phần khí thoát ra; phần khí còn lại có nhiệt độ  $17^\circ\text{C}$  và vẫn ở áp suất như cũ. Khối lượng khí đã thoát ra là

- (A) 1,502 g. (B) 2,085 g. (C) 2,064 g. (D) 1,616 g.

**Lời giải.**

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{M}R \Rightarrow m = \frac{pVM}{RT}.$$

Khối lượng khí đã thoát ra:

$$\Delta m = \frac{pVM}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \approx 1,502 \text{ g.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 14.** Một bình chứa khí oxygen nén ở áp suất  $p_1 = 15 \text{ MPa}$  và nhiệt độ  $t_1 = 37^\circ\text{C}$  có khối lượng (bình và khí) là  $M_1 = 50 \text{ kg}$ . Dùng khí một thời gian, áp suất khí là  $p_2 = 5 \text{ MPa}$  ở nhiệt độ  $t_2 = 7^\circ\text{C}$ , khối lượng của bình và khí còn lại là  $M_2 = 49 \text{ kg}$ . Khối lượng khí còn lại trong bình và dung tích bình chứa là

- (A) 0,58 kg; 8,5 L.      (B) 0,85 kg; 4,8 L.      (C) 5 kg; 7 L.      (D) 3,7 kg; 15 L.

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} pV &= \frac{m}{M}RT \Rightarrow m = \frac{pVM}{RT} \\ \Rightarrow \Delta m &= m_1 - m_2 = M_1 - M_2 \\ \Leftrightarrow \frac{p_1 VM}{RT_1} - \frac{p_2 VM}{RT_2} &= (50 \cdot 10^3 \text{ g} - 49 \cdot 10^3 \text{ g}) \\ \Rightarrow V &= 8,5 \text{ L}; \quad m_2 = \frac{p_2 VM}{RT_2} \approx 0,58 \text{ kg}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 15.** Biết rằng mỗi khi lên cao thêm 10 m thì áp suất khí quyển giảm 1 mmHg và nhiệt độ trên đỉnh núi là  $2^\circ\text{C}$ . Áp suất khí quyển ở chân núi là 760 mmHg. Khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn (áp suất 760 mmHg và nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$ ) là  $1,29 \text{ kg/m}^3$ . Khối lượng riêng của không khí ở đỉnh núi Fansipan cao 3140 m là

- (A)  $0,85 \text{ kg/m}^3$ .      (B)  $0,48 \text{ kg/m}^3$ .      (C)  $0,75 \text{ kg/m}^3$ .      (D)  $0,96 \text{ kg/m}^3$ .

**Lời giải.**

$$\begin{array}{lll} \text{Trạng thái 1} & \xrightarrow{n=\text{const}} & \text{Trạng thái 2} \\ p_1 = 760 \text{ mmHg} & & p_2 = 760 - \frac{3140}{10} = \\ T_1 = 273 \text{ K} & & 446 \text{ mmHg} \\ \rho_1 = 1,29 \text{ kg/m}^3 & & T_2 = 275 \text{ K} \\ & & \rho_2 = ? \\ \rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT} & & \\ \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} & & \Rightarrow \rho_2 \approx 0,75 \text{ kg/m}^3. \end{array}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 16.** Một vận động viên leo núi trong mỗi nhịp thở luôn luôn hít vào 2g không khí. Biết rằng khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn (áp suất 101,3 kPa, nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$ ) là  $1,29 \text{ kg/m}^3$ . Hồi khi ở trên núi cao, tại đó không khí có áp suất là 79,8 kPa và nhiệt độ  $-13^\circ\text{C}$  thì thể tích không khí mà người ấy hít vào trong mỗi nhịp thở **gần với giá trị nào nhất** sau đây?

- (A) 1,3 L.      (B) 1,8 L.      (C) 2,5 L.      (D) 1,9 L.

**Lời giải.**

$$\begin{array}{lll} \text{Trạng thái 1} & \xrightarrow{n=\text{const}} & \text{Trạng thái 2} \\ p_1 = 101,3 \cdot 10^3 \text{ Pa} & & p_2 = 79,8 \cdot 10^3 \text{ Pa} \\ T_1 = 273 \text{ K} & & T_2 = 260 \text{ K} \\ \rho_1 = 1,29 \text{ kg/m}^3 & & \rho_2 = ? \\ \rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT} & & \\ \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} & & \Rightarrow \rho_2 \approx 1,067 \text{ kg/m}^3 = 1,067 \text{ g/L}. \end{array}$$

Thể tích không khí mà người ấy hít vào trong mỗi nhịp thở khi ở trên núi:

$$V_2 = \frac{m}{\rho_2} = 1,87 \text{ L.}$$

Chọn đáp án **(D)**

**Câu 17.** Người ta bơm không khí ở điều kiện tiêu chuẩn vào một bình có thể tích  $5 \text{ m}^3$ . Sau nửa giờ bình chứa đầy khí ở nhiệt độ  $24^\circ\text{C}$  và áp suất  $765 \text{ mmHg}$ . Coi quá trình bơm diễn ra một cách đều đặn. Khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn là  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$ . Khối lượng khí bơm vào trong mỗi giây là

- (A)**  $7,5 \text{ g/s.}$       **(B)**  $4,5 \text{ g/s.}$       **(C)**  $3,3 \text{ g/s.}$       **(D)**  $5,6 \text{ g/s.}$

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$p_1 = 760 \text{ mmHg}$$

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

$$\rho_1 = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

$\xrightarrow{n=\text{const}}$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = 765 \text{ mmHg}$$

$$T_2 = 297 \text{ K}$$

$$\rho_2 = ?$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow p_2 \approx 1,1936 \text{ kg/m}^3 = 1,1936 \text{ g/L.}$$

Khối lượng khí bơm vào mỗi giây

$$\frac{m}{t} = \frac{V_2 \rho_2}{t} \approx 3,3 \text{ g/s.}$$

Chọn đáp án **(C)**

**Câu 18.** Cho biết khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ  $273 \text{ K}$ , áp suất  $101,3 \text{ kPa}$ ) là  $1,29 \text{ kg/m}^3$ . Khối lượng không khí thoát ra khỏi một căn phòng có thể tích  $V = 60 \text{ m}^3$  khi ta tăng nhiệt độ của phòng từ  $T_1 = 280 \text{ K}$  ở áp suất  $p_1 = 103 \text{ kPa}$  đến  $T_2 = 300 \text{ K}$  ở áp suất  $p_2 = 110 \text{ kPa}$  là  $\Delta m$ . Giá trị  $\Delta m$  **gần nhất với giá trị nào** sau đây?

- (A)**  $0,36 \text{ kg.}$       **(B)**  $0,29 \text{ kg.}$       **(C)**  $0,4 \text{ kg.}$       **(D)**  $0,25 \text{ kg.}$

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$p_1 = 101,3 \text{ kPa}$$

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

$$\rho_1 = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

$\xrightarrow{n=\text{const}}$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = 103 \text{ kPa}$$

$$T_2 = 280 \text{ K}$$

$$\rho_2 = ?$$

$\xrightarrow{n=\text{const}}$

**Trạng thái 3**

$$p_3 = 110 \text{ kPa}$$

$$T_3 = 300 \text{ K}$$

$$\rho_3 = ?$$

$$\frac{p}{T\rho} = \text{const} \rightarrow \frac{p_1}{T_1\rho_1} = \frac{p_2}{T_2\rho_2} = \frac{p_3}{T_3\rho_3} \Rightarrow \begin{cases} \rho_1 \approx 1,2789 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_2 = 1,2747 \text{ kg/m}^3 \end{cases}$$

Khối lượng khí đã thoát ra khỏi phòng:

$$\Delta m = (\rho_1 - \rho_2) V \approx 0,25 \text{ kg.}$$

Chọn đáp án **(D)**

**Câu 19.** Bình dung tích  $4 \text{ L}$  chứa khí có áp suất  $p_1 = 840 \text{ mmHg}$ . Khối lượng tổng cộng của bình và khí là  $m_1 = 546 \text{ g}$ . Cho một phần khí thoát ra ngoài, áp suất giảm đến  $p_2 = 735 \text{ mmHg}$ , nhiệt độ như cũ, khối lượng của bình và khí còn lại là  $m_2 = 543 \text{ g}$ . Khối lượng riêng của khí trước và sau thí nghiệm là

- (A)**  $6 \text{ g/L; } 5 \text{ g/L.}$       **(B)**  $6 \text{ g/L; } 5,5 \text{ g/L.}$       **(C)**  $6 \text{ g/L; } 5,25 \text{ g/L.}$       **(D)**  $6,5 \text{ g/L; } 5,25 \text{ g/L.}$

**Lời giải.**

$$\rho = \frac{pM}{RT} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{7}{8} \quad (2.13)$$

$$m_{k1} - m_{k2} = m_1 - m_2 \Rightarrow 4\rho_1 - 4\rho_2 = 546 \text{ g} - 543 \text{ g} = 3 \text{ g} \quad (2.14)$$

Từ (2.13) và (2.14):

$$\begin{cases} \rho_1 = 6 \text{ g/L} \\ \rho_2 = 5,25 \text{ g/L} \end{cases} .$$

Chọn đáp án **(C)**

**Câu 20.** Một khí cầu có thể tích  $V = 336 \text{ m}^3$  và khối lượng vỏ  $m = 84 \text{ kg}$  được bơm không khí nóng tối áp suất bằng áp suất không khí bên ngoài. Không khí nóng phải có nhiệt độ bằng bao nhiêu để khí cầu bay lên? Biết không khí bên ngoài có nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và áp suất 1 atm; khối lượng mole của không khí là  $29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ .

- (A)  $118^\circ\text{C}$ . (B)  $108^\circ\text{C}$ . (C)  $208^\circ\text{C}$ . (D)  $308^\circ\text{C}$ .

**Lời giải.**

Kí hiệu: không khí ngoài (1), không khí nóng (2).

Để khí cầu bắt đầu bay lên thì lực đẩy Archimedes = trọng lượng vỏ + trọng lượng khí nóng.

$$\rho_1 V g = mg + \rho_2 V g \Rightarrow 336\rho_1 = 84 + 336\rho_2 \quad (2.15)$$

$$\frac{p}{T\rho} = \frac{R}{M} \Rightarrow \frac{101325}{300\rho_1} = \frac{101325}{T_2\rho_2} = \frac{8,31}{29 \cdot 10^{-3}} \quad (2.16)$$

Từ (2.15) và (2.16):

$$\begin{cases} \rho_1 = 1,178 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_2 = 0,928 \text{ kg/m}^3 \end{cases} \Rightarrow T_2 \approx 381 \text{ K} \rightarrow t_2 = 108^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án (B) □

**Câu 21.** Một quả cầu có thể tích  $V = 0,1 \text{ m}^3$  được làm bằng giấy mỏng. Quả cầu có một lỗ hở nhỏ bên dưới và qua lỗ hở này người ta có thể đốt nóng không khí trong quả cầu đến nhiệt độ  $T_2 = 340 \text{ K}$ , còn nhiệt độ của không khí xung quanh là  $T_1 = 290 \text{ K}$ . Áp suất của không khí bên trong và bên ngoài quả cầu bằng nhau và có giá trị là  $100 \text{ kPa}$ . Coi không khí như một chất khí thuần nhất có khối lượng riêng bằng  $1,29 \text{ kg/m}^3$  ở điều kiện tiêu chuẩn ( $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}; T_0 = 273 \text{ K}$ ). Khối lượng vỏ bằng giấy của quả cầu là  $m$ . Để quả cầu có thể bay lên thì  $m$  lớn nhất **gần với giá trị nào sau đây?**

- (A)  $20,4 \text{ g}$ . (B)  $17,6 \text{ g}$ . (C)  $23,1 \text{ g}$ . (D)  $16,1 \text{ g}$ .

**Lời giải.**

$$\frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{100 \cdot 10^3}{290 \cdot \rho_1} = \frac{100 \cdot 10^3}{340 \cdot \rho_2} = \frac{1,013 \cdot 10^5}{273 \cdot 1,29} \Rightarrow \begin{cases} \rho_1 \approx 1,1988 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_2 \approx 1,0225 \text{ kg/m}^3 \end{cases}$$

Để quả cầu bay lên thì lực đẩy Archimedes  $\geq$  trọng lượng vỏ quả cầu + trọng lượng khí

$$\Rightarrow \rho_1 g V \geq mg + \rho_2 g V \Leftrightarrow m \leq (\rho_1 - \rho_2) V \approx 17,63 \text{ g}.$$

Chọn đáp án (B) □

**Câu 22.** Hai bình có thể tích bằng nhau chứa cùng một loại khí ở áp suất  $p_1$  và  $p_2$ , nhiệt độ tuyệt đối  $T_1$  và  $T_2$  tương ứng. Khi nối các bình, khí đạt đến áp suất chung  $p$  và nhiệt độ chung  $T$ . Tỉ số  $p/T$  bằng

- (A)  $\frac{p_1}{T_1} + \frac{p_2}{T_2}$ . (B)  $\frac{p_1 T_1 + p_2 T_2}{(T_1 + T_2)^2}$ . (C)  $\frac{p_1 T_2 + p_2 T_1}{(T_1 + T_2)^2}$ . (D)  $\frac{p_1}{2T_1} + \frac{p_2}{2T_2}$ .

**Lời giải.**

$$n = \frac{pV}{TR} \xrightarrow{n=n_1+n_2} \frac{p \cdot 2V}{RT} = \frac{p_1 V}{RT_1} + \frac{p_2 V}{RT_2} \Rightarrow \frac{p}{T} = \frac{1}{2} \left( \frac{p_1}{T_1} + \frac{p_2}{T_2} \right).$$

Chọn đáp án (D) □

**Câu 23.** Có ba bình thể tích  $V_1 = V$ ,  $V_2 = 2V$ ,  $V_3 = 3V$ , thông với nhau nhưng cách nhiệt đối với nhau. Ban đầu các bình chứa khí ở cùng nhiệt độ  $T_0$  và áp suất  $p_0$ . Người ta hạ nhiệt độ bình 1 xuống  $0,5T_0$ , nâng nhiệt độ bình 2 lên  $1,5T_0$  và bình 3 lên  $2T_0$ . Áp suất mới trong các bình là

- (A)  $\frac{35p_0}{23}$ . (B)  $\frac{36p_0}{23}$ . (C)  $\frac{36p_0}{29}$ . (D)  $\frac{35p_0}{29}$ .

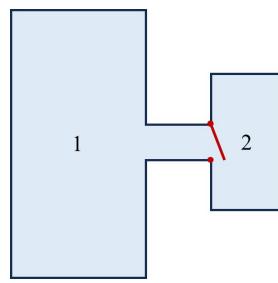
**Lời giải.**

$$n = \frac{pV}{RT} \xrightarrow{n=n_1+n_2+n_3} \frac{p_0 \cdot 6V}{RT_0} = \frac{pV}{R \cdot 0,5T_0} + \frac{p \cdot 2V}{R \cdot 1,5T_0} + \frac{p \cdot 3V}{R \cdot 2T_0} \Rightarrow p = \frac{36p_0}{29}.$$

Chọn đáp án (C) □

**Câu 24.**

Hai bình có thể tích  $V_1 = 40\text{ L}$  và  $V_2 = 10\text{ L}$  thông với nhau bằng van một chiều. Van này chỉ mở nếu  $p_1 \geq p_2 + 10^5\text{ Pa}$  với  $p_1$  là áp suất của khí trong bình 1 và  $p_2$  là áp suất khí trong bình 2. Ban đầu, bình 1 chứa khí ở áp suất  $p_0 = 0,9 \cdot 10^5\text{ Pa}$  và nhiệt độ  $T_0 = 300\text{ K}$ . Trong bình 2 là chân không. Người ta nung nóng đều cả hai bình từ  $T_0$  lên nhiệt độ  $T_1$  thì van mở lần đầu tiên rồi đóng lại. Và cứ như vậy, khi tăng nhiệt độ đến  $T = 500\text{ K}$  thì áp suất trong bình 1 là  $p$ . Giá trị của  $p/T_1$  **gần với giá trị nào nhất sau đây?**



(A) 528 Pa/K.

(B) 521 Pa/K.

(C) 428 Pa/K.

(D) 421 Pa/K.

**Lời giải.**

Xét quá trình nung từ  $T_0$  đến  $T_1$ , khi van mở thì áp suất khí ở bình 1 là  $10^5\text{ Pa}$ :

$$\begin{array}{l} \text{Trạng thái 0} \\ p_0 = 0,9 \cdot 10^5\text{ Pa} \\ T_0 = 300\text{ K} \end{array}$$

$$\xrightarrow{V=\text{const}} \begin{array}{l} \text{Trạng thái 1} \\ p_1 = 10^5\text{ Pa} \\ T_1 = ? \end{array}$$

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{1000}{3}\text{ K.}$$

Khi van mở, một phần khí từ bình 1 tràn sang bình 2, do đó áp suất bình 1 giảm và áp suất bình 2 tăng. Khi đó, van lại đóng. Tiếp tục đun nóng 2 ngăn thì van giữ cho áp suất hai ngăn luôn chênh lệch  $\Delta p = 10^5\text{ Pa}$ .

Áp dụng phương trình Claperon - Mendenleev:

$$n = \frac{pV}{RT} \xrightarrow{n=n_1+n_2} \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V_1}{T} + \frac{(p - 10^5\text{ Pa}) V_2}{T} \Rightarrow p = 1,4 \cdot 10^5\text{ Pa.}$$

Vậy  $\frac{p}{T_1} = 420\text{ Pa/K.}$

Chọn đáp án (D)



## D TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

**Câu 1.** Một thùng có dung tích  $20\text{ L}$  chứa  $0,225\text{ kg}$  khí helium tại nhiệt độ  $18^\circ\text{C}$ .

- a) Có  $56,25\text{ mol}$  khí helium trong thùng.
- b) Số phân tử khí helium trong thùng là  $3,39 \cdot 10^{25}$ .
- c) Áp suất trong thùng là  $6,8 \cdot 10^6\text{ Pa}$ .
- d) Áp suất trong thùng là  $6,8\text{ atm}$ .

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai.  $p \approx 67\text{ atm}$ .



**Câu 2.** Một hỗn hợp không khí gồm  $23,6\text{ g}$  khí oxygen và  $76,4\text{ g}$  nitrogen ở áp suất  $750\text{ mmHg}$ , nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ .

- a) Thể tích hỗn hợp là  $86,5\text{ L}$ .
- b) Khối lượng riêng của hỗn hợp là  $1,16\text{ g/L}$ .
- c) Áp suất riêng phần của oxygen là  $160\text{ mmHg}$ .
- d) Áp suất riêng phần của nitrogen là  $590\text{ mmHg}$ .

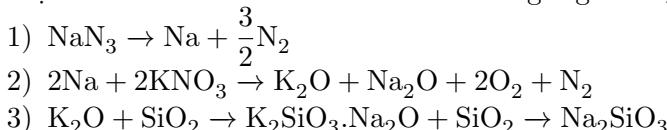
**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Đúng.



**Câu 3.**

Trong ô tô, người ta thường đặt ở hệ thống tay lái một thiết bị nhằm bảo vệ người lái xe khi xe gặp tai nạn, gọi là túi khí. Túi khí được chế tạo bằng vật liệu co giãn tốt, chịu được áp suất lớn. Trong túi khí thường chứa  $\text{NaN}_3$ , khi xe va chạm mạnh vào vật cản thì hệ thống cảm biến của xe sẽ kích thích chất rắn này làm nó phân huỷ tạo thành Na và khí  $\text{N}_2$ . Do Na là kim loại hoạt động mạnh và có khả năng nổ nên người ta sử dụng  $\text{KNO}_3$  và  $\text{SiO}_2$  như là chất để ngăn cản sự gây hại của Na. Toàn bộ quá trình phản ứng trong túi khí để tạo khí  $\text{N}_2$  làm căng đầy túi diễn ra một cách rất nhanh và có thể mô tả bằng 3 giai đoạn sau:



Biết trong túi khí có chứa 130 g chất rắn  $\text{NaN}_3$  và thể tích túi khí khi phồng lên có thể lên tới 48 L, nhiệt độ 30 °C. Để đơn giản cho việc tính toán, ta bỏ qua thể tích khí có trong túi trước khi phồng lên và thể tích các sản phẩm rắn được tạo thành trong phản ứng.

- a) Số mol khí nitrogen được tạo thành trong túi khí là 3 mol.
- b) Áp suất khí trong túi sau phản ứng là  $2,098 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- c) Khi va chạm với túi khí, thân người ép túi khí và làm giảm thể tích của nó đi 18 L. Áp suất khí bên trong túi khí đó là  $5,59 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- d) Nếu diện tích tiếp xúc giữa người và túi khí va chạm là  $0,75 \text{ m}^2$  thì phản lực do túi tác dụng lên người khi va chạm là xấp xỉ 252 kN.

**Lời giải.**

- a) Sai. Số mole khí  $\text{N}_2$  tạo thành  $n_{\text{N}_2} = 2n_{\text{NaN}_3} = 4 \text{ mol}$ .
- b) Đúng.

$$p = \frac{n_{\text{N}_2} RT}{V} = 2,098 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

- c) Sai.

$$p' = \frac{pV}{V'} = 3,36 \text{ Pa.}$$

- d) Đúng.

**BÀI TẬP TỰ LUẬN**

**Câu 1.** Một bình có dung tích 2 L chứa khí ở nhiệt độ 27 °C và áp suất 800 mmHg. Xác định số phân tử khí chứa trong bình. Cho biết trọng lượng riêng của thuỷ ngân  $d = 136 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$ , số Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**Lời giải.**

Áp dụng phương trình Claperon - Mendeleev:

$$pV = \frac{N}{N_A} RT \Rightarrow N = \frac{pVN_A}{RT} = \frac{(800 \cdot 10^{-3} \text{ m}) \cdot (136 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3) \cdot (2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) \cdot (6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1})}{(8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}) \cdot (300 \text{ K})} = 5,25 \cdot 10^{22}.$$

**Câu 2.** Tăng đồng thời nhiệt độ và áp suất của một khối khí lí tưởng từ 27 °C lên 177 °C và từ 100 kPa lên 300 kPa. Khi đó, khối lượng riêng của khối khí tăng hay giảm bao nhiêu lần?

**Lời giải.**

$$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT}$$

Khi thay đổi nhiệt độ và áp suất khối khí:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} = 2.$$

**Câu 3.** Một bình kín chứa một lượng khí có khối lượng  $m = 1,00 \text{ kg}$  ở áp suất  $p_1 = 10^7 \text{ Pa}$ . Lấy ở bình ra một lượng khí cho tới khi áp suất khí còn lại trong bình là  $p_2 = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ . Tính khối lượng khí được lấy ra khỏi bình, biết nhiệt độ khí không đổi.

**Lời giải.**

Lượng khí trong bài tập này có khối lượng đã biết và thay đổi khi chuyển trạng thái. Trong quá trình chuyển trạng thái có hai thông số không đổi là thể tích  $V$  và nhiệt độ  $T$ .

Trạng thái 1	$\xrightarrow{V=const}$	Trạng thái 2
$m$		$m - \Delta m$
$V_1 = V$		$V_2 = V$
$T_1 = T$		$T_2 = T$
$p_1 = 10^7 \text{ Pa}$		$p_2 = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$

Phương trình trạng thái của hai khí lít tương ứng trên:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \frac{m_1}{M} R T_1 \Leftrightarrow p_1 V = \frac{m}{M} R T \\ p_2 V_2 = \frac{m_2}{M} R T_2 \Leftrightarrow p_2 V = \frac{(m - \Delta m)}{M} R T \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{m - \Delta m}{m} = \frac{p_2}{p_1}$$

$$\Rightarrow \Delta m = m \cdot \left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right) = (1 \text{ kg}) \cdot \left(1 - \frac{2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}}{10^7 \text{ Pa}}\right) = 0,75 \text{ kg.}$$

**Câu 4.** Trong bình chứa  $10 \text{ L}$  có chứa  $4 \text{ mol}$  khí helium và  $1,1 \text{ mol}$  khí oxygen. Nhiệt độ của khí trong bình là  $295 \text{ K}$ . Tổng áp suất khí bên trong bình là bao nhiêu?

**Lời giải.**

Tổng số mole khí:

$$n = n_{\text{He}} + n_{\text{O}_2} = 5,1 \text{ mol.}$$

Tổng áp suất khí bên trong bình:

$$p = \frac{nRT}{V} \approx 1,25 \text{ MPa.}$$

**Câu 5.** Một bình thể tích  $V = 20 \text{ L}$  chứa một hỗn hợp khí hydrogen và helium ở nhiệt độ  $t = 20^\circ\text{C}$ , áp suất  $200 \text{ kPa}$ . Khối lượng của hỗn hợp khí là  $m = 5,00 \text{ g}$ . Tìm khối lượng của mỗi chất khí trong hỗn hợp.

**Lời giải.**

$$m_{\text{H}_2} + m_{\text{He}} = 5 \text{ g} \quad (2.17)$$

Phương trình Claperon - Mendeleev:

$$pV = \left(\frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} + \frac{m_{\text{He}}}{M_{\text{He}}}\right) RT \Rightarrow \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} + \frac{m_{\text{He}}}{M_{\text{He}}} \approx 1,642 \quad (2.18)$$

Từ (2.17) và (2.18) suy ra:

$$\begin{cases} m_{\text{H}_2} = 1,568 \text{ g} \\ m_{\text{He}} = 3,432 \text{ g} \end{cases} .$$

**Câu 6.** Làm thí nghiệm người ta thấy bình chứa 1 kg khí nitrogen bị nổ ở nhiệt độ  $350^{\circ}\text{C}$ . Tính khối lượng khí hydrogen có thể chứa trong bình cùng loại ở nhiệt độ  $50^{\circ}\text{C}$  và hệ số an toàn là 5, nghĩa là áp suất tối đa chỉ bằng  $1/5$  áp suất gây nổ.

**Lời giải.**

Áp dụng phương trình Claperon - Mendeleev:

$$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{p_{\text{H}_2}}{p_{\text{N}_2}} = \frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{N}_2}} \cdot \frac{M_{\text{N}_2}}{M_{\text{H}_2}} \cdot \frac{T_{\text{H}_2}}{T_{\text{N}_2}} \Rightarrow m_{\text{H}_2} = 27,55 \text{ g.}$$



**Câu 7.** Một bình cầu thuỷ tinh được cân 3 lần trong các điều kiện:

- a) đã hút chân không;
- b) chứa đầy không khí ở điều kiện tiêu chuẩn;
- c) chứa đầy một lượng khí nào đó ở áp suất  $p = 1,5 \text{ atm}$ .

Khối lượng tương ứng trong từng lần cân là  $m_1 = 200 \text{ g}$ ;  $m_2 = 204 \text{ g}$ ;  $m_3 = 210 \text{ g}$ . Nhiệt độ coi như không đổi.

Khối lượng mole của khí trong lần cân thứ ba bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Khối lượng không khí trong lần cân thứ 2 là:  $m_{k2} = m_2 - m_1 = 4 \text{ g}$ .

Khối lượng khí trong lần cân thứ 3 là:  $m_{k3} = m_3 - m_1 = 10 \text{ g}$ .

Áp dụng phương trình Claperon - Mendeleev:

$$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{p_3}{p_2} = \frac{m_{k3}}{m_{k2}} \cdot \frac{M_{k2}}{M_{k3}} \Rightarrow M_{k3} \approx 48,3 \text{ g/mol.}$$



**Câu 8.** Một bình chứa  $0,3 \text{ kg}$  khí helium. Sau một thời gian, do bị hở, khí bị thoát ra một phần. Biết rằng, nhiệt độ tuyệt đối của khí giảm  $10\%$ , áp suất giảm  $20\%$ . Số nguyên tử khí đã thoát khỏi bình là bao nhiêu?

**Lời giải.**

Áp dụng phương trình Claperon - Mendeleev:

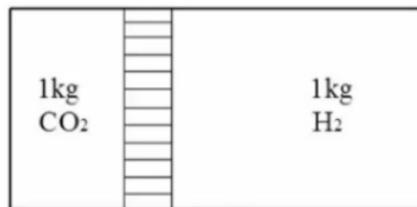
$$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow m_2 = \frac{4}{15} \text{ kg.}$$

Số nguyên tử khí thoát ra:

$$N = \frac{(m_1 - m_2)}{M} \cdot N_A \approx 5 \cdot 10^{24}.$$



**Câu 9.** Trong cylanh kín, ở giữa đặt một piston dẫn nhiệt và có thể chuyển động không ma sát. Bên trái cylanh chứa  $1 \text{ kg}$  khí carbon dioxide, còn bên phải chứa  $1 \text{ kg}$  khí hydrogen. Hãy xác định tỉ số thể tích của khí carbon dioxide và khí hydrogen khi cân bằng (cân bằng nhiệt và cân bằng cơ học).



**Lời giải.**

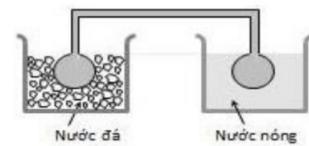
$$pV = \frac{m}{M}RT \xrightarrow[p_{\text{H}_2}=p_{\text{CO}_2}]{T_{\text{H}_2}=T_{\text{CO}_2}} \frac{V_{\text{H}_2}}{V_{\text{CO}_2}} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{44}{2} = 22.$$



**Câu 10.**

Hai bóng đèn thuỷ tinh giống hệt nhau được nối với nhau bằng một ống thuỷ tinh mỏng. Khí được nạp vào các bóng đèn này tại điều kiện tiêu chuẩn. Nếu đặt một bóng đèn thuỷ tinh vào nước đá và bóng còn lại vào nước nóng thì áp suất khí tăng gấp  $1,5$  lần. Xác định nhiệt độ của nước nóng.

**Lời giải.**



	$p$	$V$	$T$
Ban dầu	$p_0$	$2V$	273 K
Nước đá	$1,5p_0$	$V$	273 K
Nước nóng	$1,5p_0$	$V$	$T$

$$n = \frac{pV}{RT} \xrightarrow{n=n_1+n_2} \frac{p_0 \cdot 2V}{R \cdot 273} = \frac{1,5p_0 \cdot V}{273R} + \frac{1,5p_0 \cdot V}{R \cdot T_2} \Rightarrow T_2 = 819 \text{ K} \Rightarrow t_2 = 546^\circ\text{C}.$$

□

# Bài 6

## BÀI TẬP KHÍ LÍ TƯỞNG

### A ÔN TẬP LÝ THUYẾT

#### 1 Phương trình trạng thái

Phương trình trạng thái khí lí tưởng:

$$\frac{pV}{T} = \text{hằng số.}$$

#### 2 Phương trình Clapeyron - Mendeleev

$$pV = nRT$$

với:

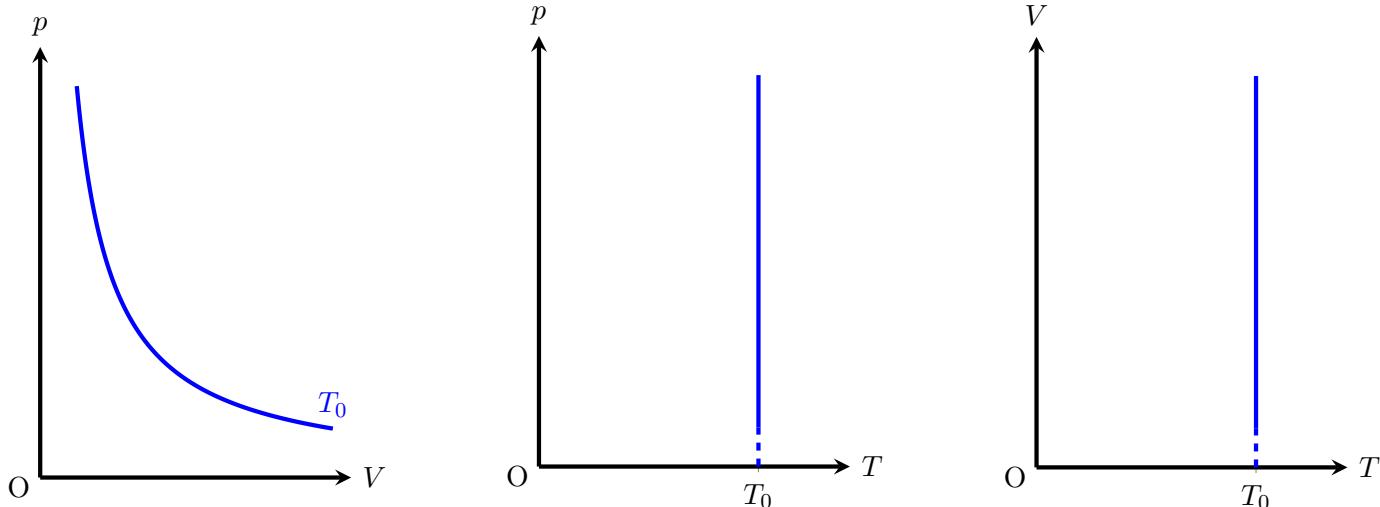
- $p$ : áp suất khí, đơn vị trong hệ SI là Pa;
- $V$ : thể tích khí, đơn vị trong hệ SI là  $\text{m}^3$ ;
- $n$ : số mol khí, đơn vị trong hệ SI là mol;
- $R \approx 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ : hằng số khí lí tưởng;
- $T$ : nhiệt độ tuyệt đối của khí, đơn vị trong hệ SI là K.

#### 3 Các đẳng quá trình

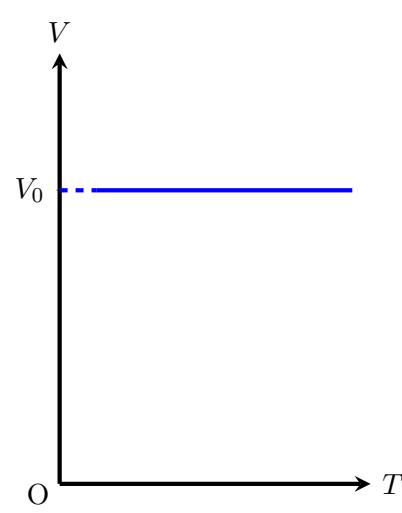
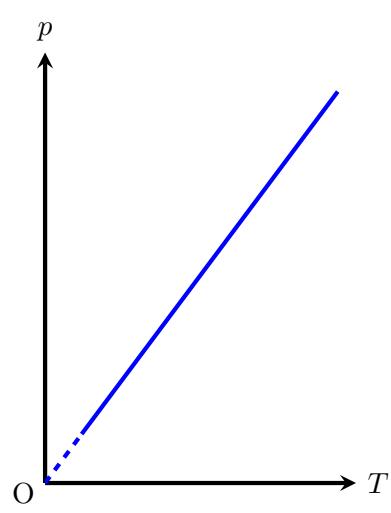
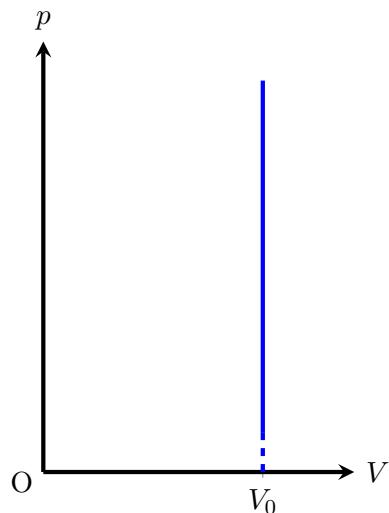
Đẳng nhiệt ( $T = \text{const}$ )	Đẳng tích ( $V = \text{const}$ )	Đẳng áp ( $p = \text{const}$ )
$pV = \text{const} \Rightarrow p_1V_1 = p_2V_2$	$\frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	$\frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

#### 4 Đồ thị biểu diễn các đẳng quá trình trong các hệ toạ độ

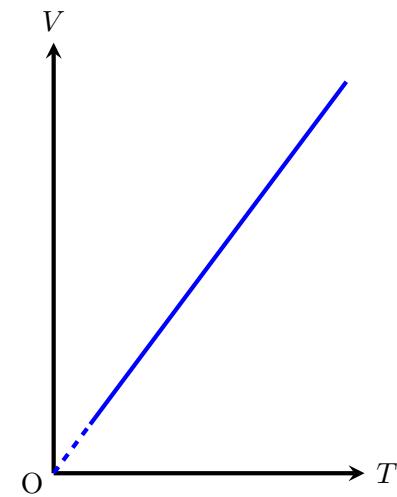
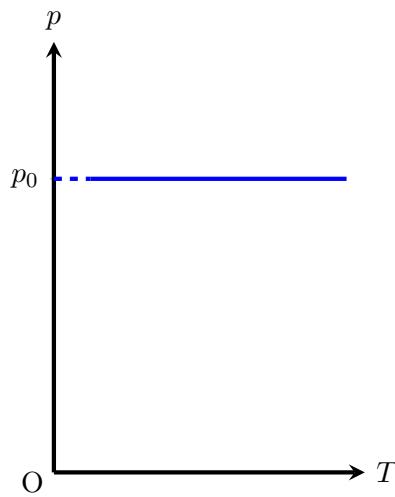
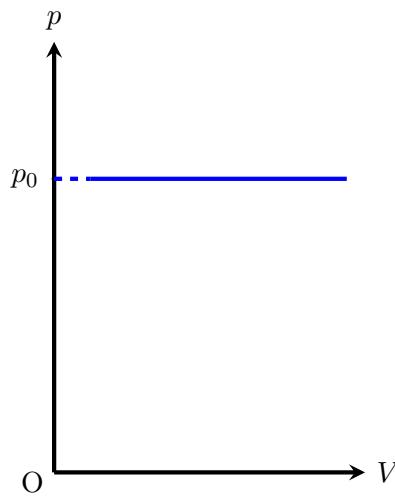
##### 4.1. Quá trình đẳng nhiệt



## 4.2. Quá trình đẳng tích



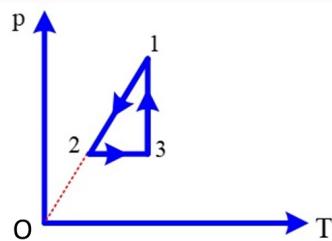
## 4.3. Quá trình đẳng áp

**B**

### VÍ DỤ MINH HOA

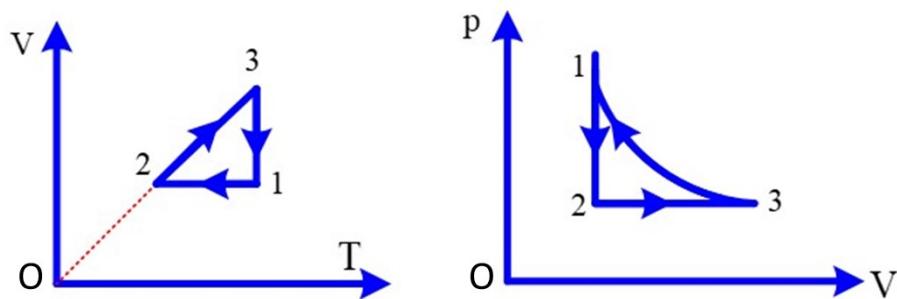
#### Dạng 1. Vẽ lại được đồ thị biến đổi trạng thái trong các hệ toạ độ

**Ví dụ 1.** Hình bên là đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí lỏng tưởng xác định trong hệ trục toạ độ  $OpT$ . Hãy biểu diễn các quá trình trên trong hệ trục toạ độ  $OpV$  và  $OVT$ .



#### Lời giải.

- ✓ Quá trình (1) đến (2) là quá trình đẳng tích:  $T$  giảm,  $p$  giảm.
- ✓ Quá trình (2) đến (3) là quá trình đẳng áp:  $T$  tăng,  $V$  tăng.
- ✓ Quá trình (3) đến (1) là quá trình đẳng nhiệt:  $V$  giảm,  $p$  tăng.



**Dạng 2. Dựa vào đồ thị xác định được các thông số trạng thái của khói khí**

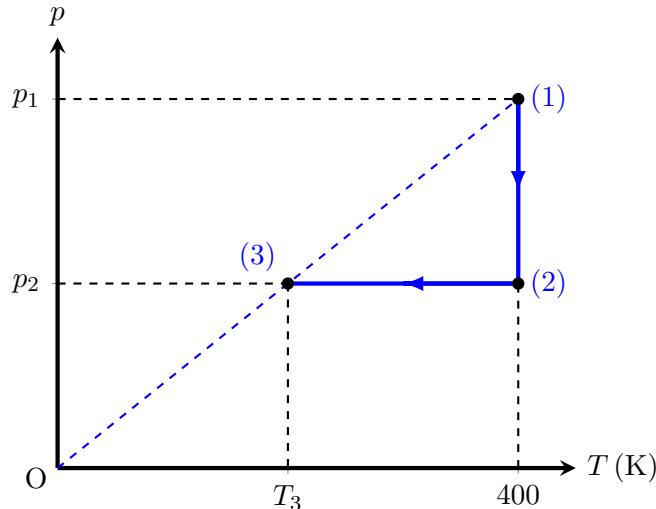
**Ví dụ 1.** Một lượng khí helium ( $\mu = 4 \text{ g/mol}$ ) có khối lượng  $m = 1,0 \text{ g}$ , nhiệt độ  $t_1 = 127^\circ\text{C}$  và thể tích  $V_1 = 4,0 \text{ lít}$  biến đổi qua hai giai đoạn:

- Dâng nhiệt, thể tích tăng gấp hai lần.
  - Dâng áp, thể tích trở về giá trị ban đầu.
- Vẽ đồ thị biểu diễn các quá trình biến đổi trong hệ toạ độ ( $p, T$ ).
  - Tìm nhiệt độ và áp suất thấp nhất trong quá trình biến đổi.

**Lời giải.**

a) Các quá trình biến đổi:

- Quá trình  $(1) \rightarrow (2)$ : quá trình dâng nhiệt, áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích. Thể tích tăng gấp 2 lần ( $V_2 = 2V_1$ ) thì áp suất giảm 2 lần,  $p_1 = 2p_2$ .
- Quá trình  $(2) \rightarrow (3)$ : quá trình dâng áp sao cho  $V_3 = V_1$ . Như vậy,  $(3) \rightarrow (1)$  là đường dâng tích.



b) Trong quá trình biến đổi  $(1) \rightarrow (2) \rightarrow (3)$ : nhiệt độ thấp nhất là  $T_3$  và áp suất thấp nhất là  $p_2$ .

Áp dụng phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1 \Rightarrow p_1 = \frac{m R T_1}{M V_1} = \frac{(1 \text{ g}) \cdot \left(8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right) \cdot (400 \text{ K})}{(4 \text{ g/mol}) \cdot (4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)} = 207750 \text{ Pa.}$$

Áp dụng định luật Boyle cho quá trình biến đổi  $(1) \rightarrow (2)$ :

$$p_2 = \frac{p_1}{2} = 103875 \text{ Pa.}$$

Áp dụng định luật Charles cho quá trình biến đổi  $(2) \rightarrow (3)$ :

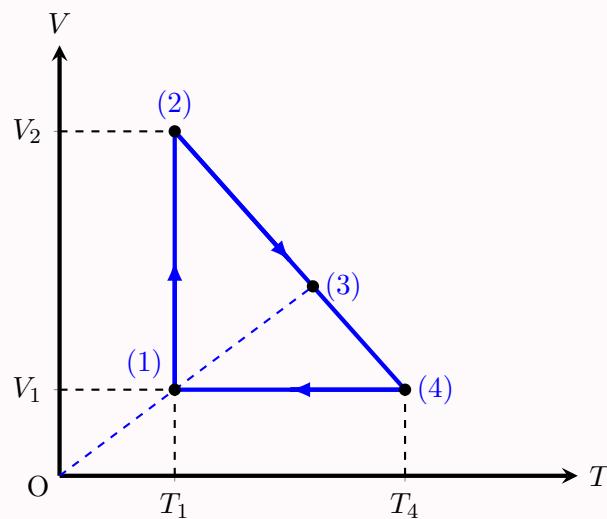
$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$$

Mà  $V_3 = V_1$  và  $V_2 = 2V_1$ :

$$\Rightarrow T_3 = \frac{T_2}{2} = \frac{400\text{ K}}{2} = 200\text{ K.}$$

Vậy: Trong quá trình biến đổi trạng thái của khối khí thì áp suất thấp nhất trong quá trình biến đổi là  $p_{\min} = p_2 = 103\,875\text{ Pa}$ , nhiệt độ thấp nhất là  $T_{\min} = T_3 = 200\text{ K}$ . □

**❖ Ví dụ 2.** Một lượng khí (khí lí tưởng xác định) biến đổi theo chu trình được biểu diễn bởi đồ thị sau:



Cho biết:

$p_1 = p_3$ ;  $V_1 = 1\text{ m}^3$ ;  $V_2 = 4\text{ m}^3$ ;  $T_1 = 100\text{ K}$ ;  $T_4 = 300\text{ K}$ . Hãy tìm  $V_3$ .

### ➊ Lời giải.

➊ Quá trình (1) → (3) là quá trình đẳng áp, phương trình đường thẳng (1) → (3):

$$(d_{13}) : V = aT$$

Khi  $T_1 = 100\text{ K}$  thì  $V_1 = 1\text{ m}^3$  nên:

$$a = \frac{V_1}{T_1} = 0,01\text{ m}^3/\text{K} \Rightarrow (d_{13}) : V = 0,01T \quad (\text{K}, \text{m}^3).$$

➋ Quá trình (2) → (4) có phương trình  $V(T)$  dạng:

$$(d_{24}) : V = bT + c$$

Ta có:

$$\begin{cases} V_2 = bT_2 + c \\ V_4 = bT_4 + c \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 100b + c = 4 \\ 400b + c = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = -\frac{3}{200}\text{ m}^3/\text{K} \\ c = \frac{11}{2}\text{ m}^3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow (d_{24}) : V = -\frac{3}{200}T + \frac{11}{2} \quad (\text{K}, \text{m}^3).$$

Điểm (3) là giao điểm của (13) và (24):

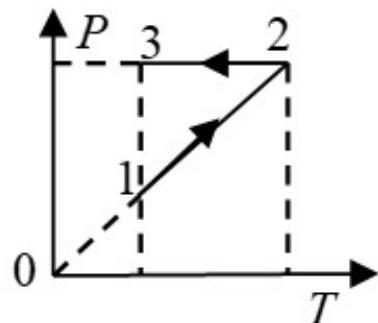
$$\begin{aligned} \frac{V_3}{0,01} &= \frac{200}{3} \cdot \left( \frac{11}{2} - V_3 \right) \\ \Rightarrow V_3 &= 2,2\text{ m}^3. \end{aligned}$$

Vậy:  $V_3 = 2,2\text{ m}^3$ . □



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Quá trình biến đổi trạng thái của một khối khí lí tưởng qua các trạng thái 1 – 2 – 3 được thể hiện như hình bên. Mô tả nào sau đây **đúng** về 2 quá trình đó?



- (A) Nung nóng đẳng tích sau đó dãn đẳng áp.
- (B) Nung nóng đẳng tích sau đó nén đẳng áp.
- (C) Nung nóng đẳng áp sau đó dãn đẳng nhiệt.
- (D) Nung nóng đẳng áp sau đó nén đẳng nhiệt.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

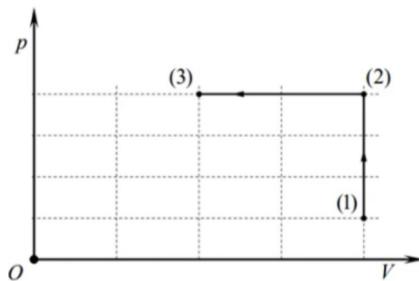
**Câu 2.** Từ dữ kiện câu trên. Thực hiện quá trình duy nhất nào để từ trạng thái 3 về trạng thái 1?

- (A) Nén đẳng nhiệt.
- (B) Dãn đẳng nhiệt.
- (C) Nén đẳng áp.
- (D) Dãn nở đẳng áp.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 3.** Một lượng khí xác định biến đổi trạng thái (1) sang trạng thái (3) bằng hai đẳng quá trình: đẳng quá trình (1) → (2), đẳng quá trình (2) → (3) như hình vẽ. Biết nhiệt độ của khí ở trạng thái (1) là  $T_1 = 200\text{ K}$ . Nhiệt độ của chất khí ở trạng thái (3) là



- (A) 200 K.
- (B) 400 K.
- (C) 600 K.
- (D) 300 K.

**Lời giải.**

Trạng thái 1	$\xrightarrow{V=const}$	Trạng thái 2	$\xrightarrow{p=const}$	Trạng thái 3
$T_1 = 200\text{ K}$		$T_2$		$T_3 = ?$
$V_1 = 4$		$V_2 = 4$		$V_3 = 2$
$p_1 = 1$		$p_2 = 4$		$p_3 = 4$

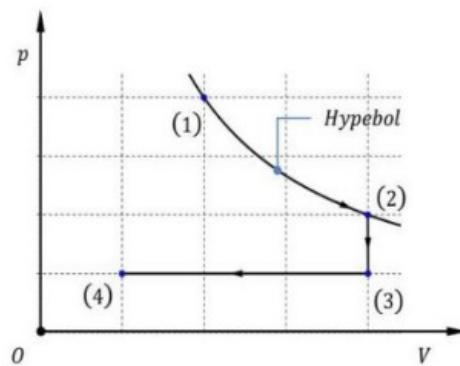
Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\Rightarrow T_3 = 400\text{ K.}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 4.** Một lượng khí lí tưởng xác định đã thực hiện quá trình biến đổi trạng thái (1) – (2) – (3) – (4) như hình vẽ. Biết nhiệt độ của chất khí ở trạng thái (1) là  $T_1 = 600\text{ K}$ . Nhiệt độ của chất khí này ở trạng thái (4) là



(A) 75 K.

(B) 40 K.

(C) 60 K.

(D) 90 K.

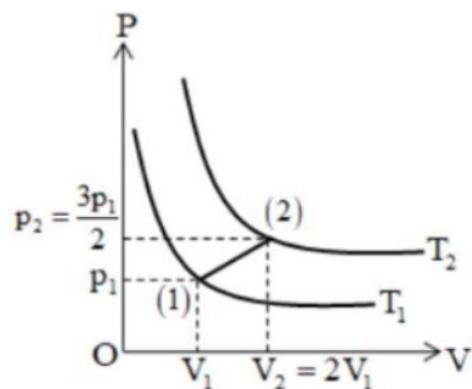
**Lời giải.**

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_4 V_4}{T_4} \Leftrightarrow \frac{4 \cdot 2}{600} = \frac{1 \cdot 1}{T_4} \Rightarrow T_4 = 75 \text{ K.}$$

Chọn đáp án (A)

□

**Câu 5.** Cho đồ thị biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng từ trạng thái (1) đến trạng thái (2) như hình bên. Tỉ số  $T_2/T_1$  là



(A) 1,5.

(B) 2.

(C) 3.

(D) 4.

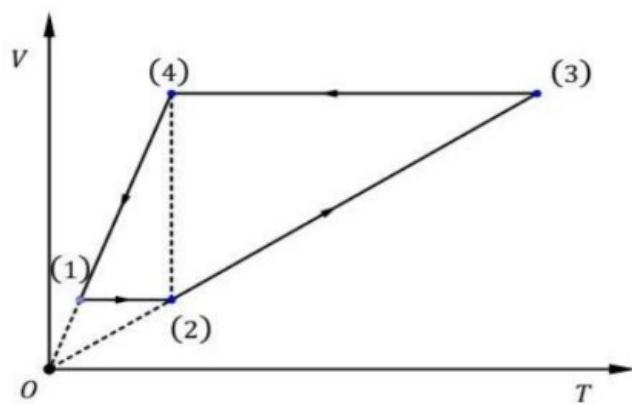
**Lời giải.**

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = 3.$$

Chọn đáp án (C)

□

**Câu 6.** Một khí lí tưởng đã thực hiện chu trình biến đổi trạng thái (1) → (2) → (3) → (4) → (1) như hình vẽ. Với (1) → (2) song song với (3) → (4) và song song với  $OT$ . Biết nhiệt độ của khí tại các trạng thái (1) và (3) lần lượt là  $T_1$  và  $T_3$ . Nhiệt độ của chất khí này tại trạng thái (2) là



(A)  $\frac{T_1 + T_3}{2}$ .

(B)  $\sqrt{T_1 T_3}$ .

(C)  $\frac{T_1 - T_3}{2}$ .

(D)  $\frac{T_1 T_3}{T_1 + T_3}$ .

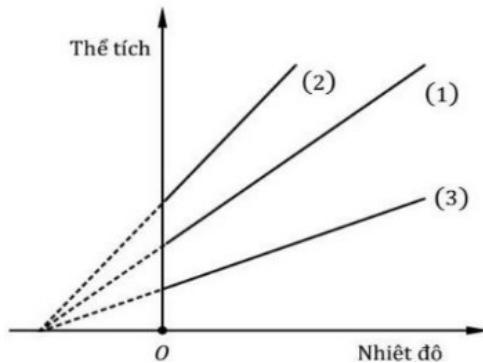
**Lời giải.**

Các quá trình (4)  $\rightarrow$  (1) và (2)  $\rightarrow$  (3) là đẳng áp:

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_2} \\ \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \Leftrightarrow \frac{V_1}{T_2} = \frac{V_4}{T_3} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow T_2 = \sqrt{T_1 T_3}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 7.** Quá trình giãn nở của một lượng khí lí tưởng khối lượng  $m$  ở áp suất  $p$  được biểu diễn bằng đường (1) như hình vẽ. Quá trình giãn nở của cùng một loại khí lí tưởng trên, nhưng khối lượng  $2m$  và áp suất  $2p$  được biểu diễn bằng đường



- (A) (1).  
(C) (3).

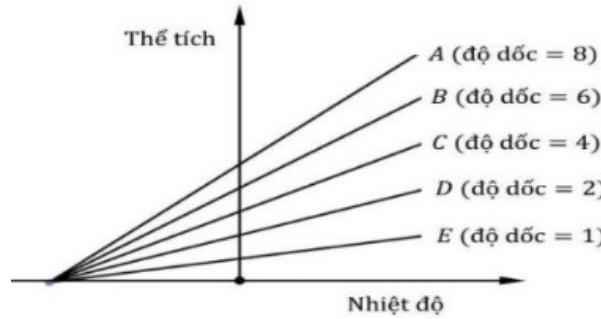
- (B) (2).  
(D) Không đáp án nào đúng.

**Lời giải.**

$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow V = \frac{mR}{p\mu} \cdot T \rightarrow$  nếu cùng tăng  $m$  và  $p$  lên gấp đôi thì hệ số góc không đổi.

Chọn đáp án (A)

**Câu 8.** Sự giãn nở của một lượng khí lí tưởng có khối lượng  $m$  ở áp suất không đổi  $p$  được biểu diễn bằng đường thẳng D. Quá trình giãn nở của cùng một loại khí lí tưởng có khối lượng  $2m$  và áp suất  $\frac{p}{2}$  được thể hiện bởi đường thẳng



- (A) E.  
(B) C.

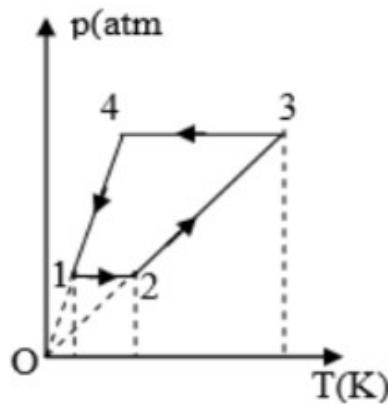
- (C) B.  
(D) A.

**Lời giải.**

$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow V = \frac{mR}{p\mu} \cdot T \rightarrow$  nếu tăng  $m$  lên 2 lần và giảm  $p$  đi 2 lần thì hệ số góc của đường  $V(T)$  tăng 4 lần.

Chọn đáp án (D)

**Câu 9.** Một mol khí lí tưởng đã thực hiện chu trình biến đổi trạng thái 1 – 2 – 3 – 4 – 1 như hình vẽ bên. Trong đó:  $V_1 = 32\text{ L}$ ;  $T_1 = 546\text{ K}$ ;  $T_2 = 650\text{ K}$ ;  $T_3 = 1300\text{ K}$ . Áp suất của khối khí ở trạng thái 3 là



(A) 0,7 atm.

(B) 2,8 atm.

(C) 2 atm.

(D) 1,4 atm.

**Lời giải.**

Quá trình biến đổi 1 – 2 là đẳng áp:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{800}{21} L$$

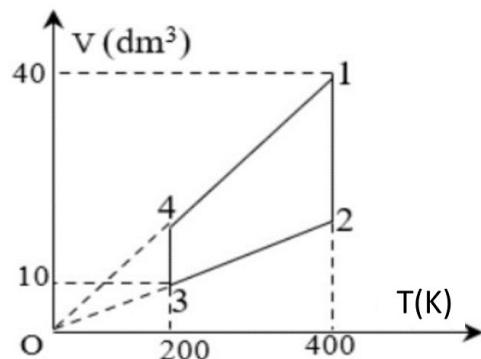
Áp dụng phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$p_3 = \frac{\nu R T_3}{V_2} \approx 2,8 \text{ atm.}$$

Chọn đáp án (B)



**Câu 10.** Một mol khí lí tưởng đã thực hiện một chu trình biến đổi trạng thái 1 – 2 – 3 – 4 – 1 (hình vẽ). Áp suất  $p_1, p_2, p_3, p_4$  lần lượt nhận các giá trị là

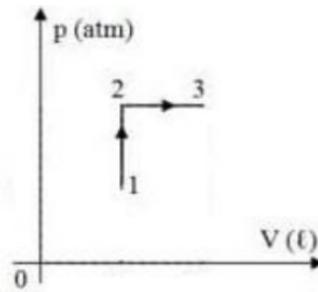
(A)  $p_1 = p_4 = 0,83 \cdot 10^5 \text{ Pa}, p_2 = p_3 = 1,66 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$ (B)  $p_1 = p_4 = 1,66 \cdot 10^5 \text{ Pa}, p_2 = p_3 = 0,83 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$ (C)  $p_1 = p_4 = 0,38 \cdot 10^5 \text{ Pa}, p_2 = p_3 = 6,16 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$ (D)  $p_1 = p_4 = 8,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}, p_2 = p_3 = 6,6 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$ **Lời giải.**

$$p = \frac{nRT}{V} \Rightarrow \begin{cases} p_1 = \frac{nRT_1}{V_1} = 83\,140 \text{ Pa} \\ p_2 = \frac{nRT_2}{V_2} = 166\,280 \text{ Pa} \end{cases} .$$

Chọn đáp án (A)

**TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI**

**Câu 1.** Đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng được thể hiện như hình bên.



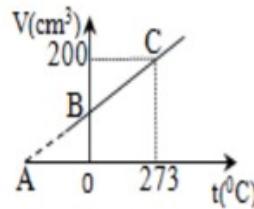
- a) Từ (1) sang (2) là quá trình đẳng tích.  
 b) Từ (2) sang (3) là quá trình đẳng áp.  
 c) Từ (1) sang (2) nhiệt độ khí giảm.  
 d) Từ (2) sang (3) nhiệt độ khí giảm.

**Lời giải.**

- a) Đúng.  
 b) Đúng.  
 c) Sai.  
 d) Sai.

□

**Câu 2.** Đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa thể tích khói khí lỏng với nhiệt độ được thể hiện như hình bên.



- a) Trong quá trình biến đổi, áp suất của khói khí không đổi.  
 b) Ở trạng thái B khói khí có thể tích  $100 \text{ cm}^3$ .  
 c) Khói khí có thể tích bằng  $150 \text{ cm}^3$  khi nhiệt độ khói khí bằng  $130^\circ\text{C}$ .  
 d) Trạng thái A khói khí có nhiệt độ  $-273^\circ\text{C}$ .

**Lời giải.**

- a) Đúng.  
 b) Đúng.

$$\frac{V_B}{0 + 273} = \frac{200}{273 + 273} \Rightarrow V_B = 100 \text{ cm}^3.$$

- c) Sai.

$$\frac{150}{130 + 273} \neq \frac{200}{273 + 273}.$$

- d) Đúng.

□

**Câu 3.** Một khói khí lỏng ở trạng thái (1) được xác định bởi các thông số  $p_1 = 1 \text{ atm}$ ;  $V_1 = 4 \text{ L}$ ;  $T_1 = 300 \text{ K}$ . Người ta cho khói khí biến đổi đẳng áp tới trạng thái (2) có nhiệt độ  $T_2 = 600 \text{ K}$  và thể tích  $V_2$ . Cuối cùng, biến đổi đẳng nhiệt tới trạng thái (3) có thể tích  $V_3 = 2 \text{ L}$ .

- a) Áp suất khói khí tại trạng thái (2) là  $2 \text{ atm}$ .  
 b) Thể tích của khói khí tại trạng thái (2) là  $8 \text{ L}$ .  
 c) Áp suất của khói khí tại trạng thái (3) là  $4 \text{ atm}$ .  
 d) Trong hệ toạ độ  $(p, V)$ , đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của khói khí từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) là một đoạn thẳng đi qua gốc toạ độ, từ trạng thái (2) sang trạng thái (3) là một hyperbol.

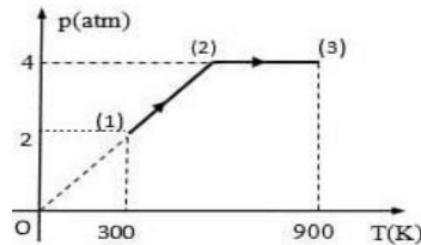
**Lời giải.**

Trạng thái	$p$	$V$	$T$
(1)	1 atm	4 L	300 K
(2)	1 atm	$V_2$	600 K
(3)	$p_3$	2 L	600 K

- a) Sai.  $p_2 = 1$  atm.  
 b) Đúng.  
 c) Đúng.  
 d) Sai. Trong hệ trục toạ độ  $(p, V)$ , đồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của khối khí từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) song song với trục  $OV$ .

□

**Câu 4.** Một khối khí lí tưởng trong cylanh biến đổi trạng thái qua các giai đoạn như đồ thị hình bên.



- a) Từ (1) sang (2) là quá trình đẳng tích.  
 b) Từ (2) sang (3) là quá trình đẳng áp.  
 c) Nhiệt độ ở trạng thái (2) là 600 K.  
 d) Nếu thể tích ban đầu ở trạng thái (1) của khối khí là 12 L thì thể tích của khí ở trạng thái (3) là 18 L.

**Lời giải.**

Trạng thái	$p$	$V$	$T$
(1)	2 atm	12 L	300 K
(2)	4 atm	12 L	$T_2$
(3)	4 atm	$V_3$	900 K

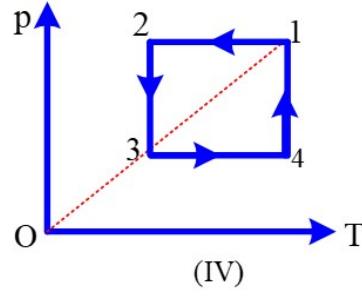
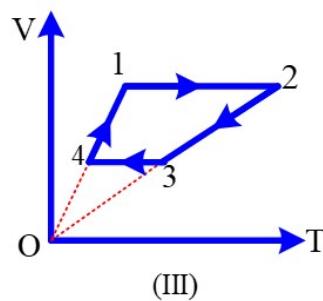
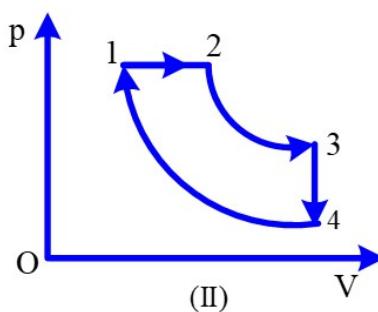
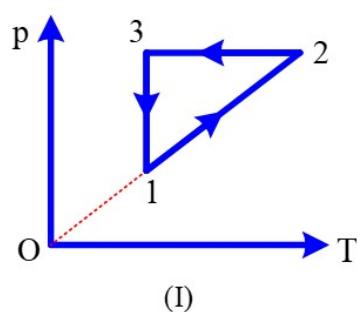
- a) Đúng.  
 b) Đúng.  
 c) Đúng.  
 d) Đúng.

□



### BÀI TẬP TỰ LUẬN

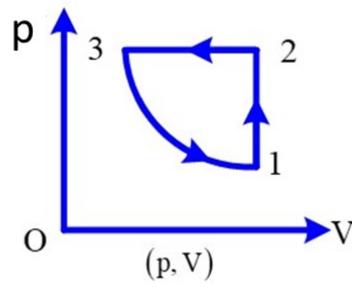
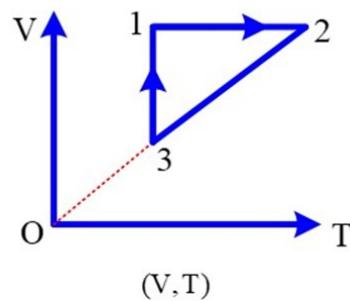
**Câu 1.** Cho các đồ thị sau đây biểu diễn chu trình biến đổi trạng thái của các khối khí lí tưởng xác định.



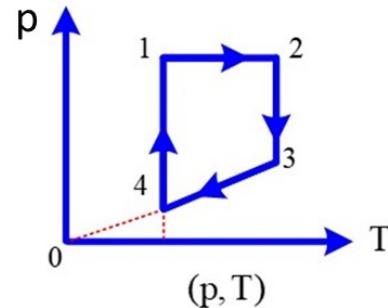
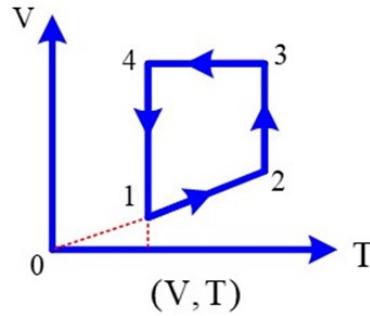
- a) Vẽ lại đồ thị (I) trong các hệ toạ độ  $(V, T)$ ,  $(p, V)$ .
- b) Vẽ lại đồ thị (II) trong các hệ toạ độ  $(V, T)$ ,  $(p, T)$ .
- c) Vẽ lại đồ thị (III) trong các hệ toạ độ  $(p, V)$ ,  $(p, T)$ .
- d) Vẽ lại đồ thị (IV) trong các hệ toạ độ  $(p, V)$ ,  $(V, T)$ .

**Lời giải.**

- a) (1) đến (2) là quá trình đẳng tích,  $p$  tăng,  $T$  tăng.  
 (2) đến (3) là quá trình đẳng áp,  $T$  giảm,  $V$  giảm.  
 (3) đến (1) là quá trình đẳng nhiệt,  $p$  giảm,  $V$  tăng.



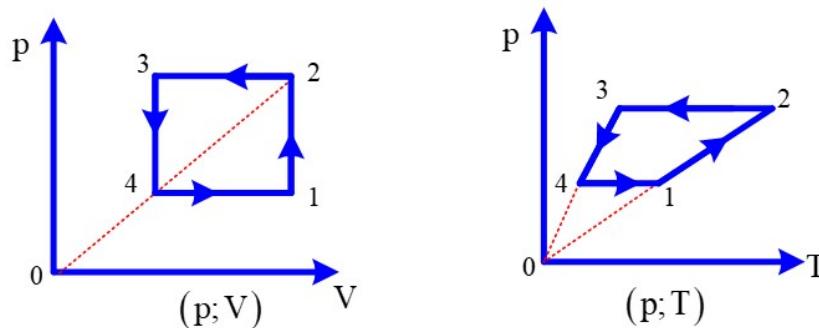
- b) (1) đến (2) là quá trình đẳng áp,  $V$  tăng,  $T$  tăng.  
 (2) đến (3) là quá trình đẳng nhiệt,  $p$  giảm,  $V$  tăng.  
 (3) đến (4) là quá trình đẳng tích,  $p$  giảm,  $T$  giảm.  
 (4) đến (1) là quá trình đẳng nhiệt,  $p$  tăng,  $V$  giảm.



- c) (1) đến (2) là quá trình đẳng tích,  $T$  tăng,  $p$  tăng.  
 (2) đến (3) là quá trình đẳng áp,  $T$  giảm,  $V$  giảm.

(3) đến (4) là quá trình đẳng tích,  $T$  giảm,  $p$  giảm.

(4) đến (1) là quá trình đẳng áp,  $T$  tăng,  $V$  tăng.

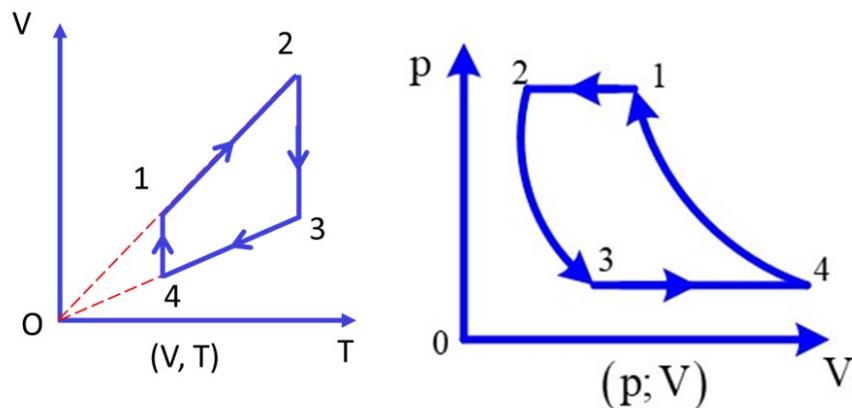


d) (1) đến (2) là quá trình đẳng áp,  $T$  giảm,  $V$  giảm.

(2) đến (3) là quá trình đẳng nhiệt,  $p$  giảm,  $V$  tăng.

(3) đến (4) là quá trình đẳng áp,  $T$  tăng,  $V$  tăng.

(4) đến (1) là quá trình đẳng nhiệt,  $p$  tăng,  $V$  giảm.



□

**Câu 2.** Một lượng khí oxygen ở nhiệt độ  $130^{\circ}\text{C}$  dưới áp suất  $10^5 \text{ N/m}^2$  được nén đẳng nhiệt đến áp suất  $1,3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Cần làm lạnh đẳng tích đến nhiệt độ nào để áp suất khí giảm bằng lúc đầu?

Biểu diễn quá trình biến đổi trên các hệ toạ độ  $(p, V)$ ,  $(p, T)$ ,  $(V, T)$ .

### Lời giải.

**Trạng thái 1**

$\xrightarrow{T=const}$

$$T_1 = 403 \text{ K}$$

$$p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$$

**Trạng thái 2**

$\xrightarrow{V=const}$

$$T_2 = 403 \text{ K}$$

$$p_2 = \\ 1,3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

**Trạng thái 3**

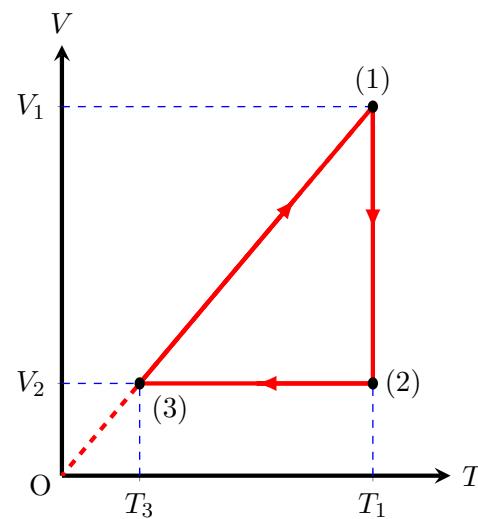
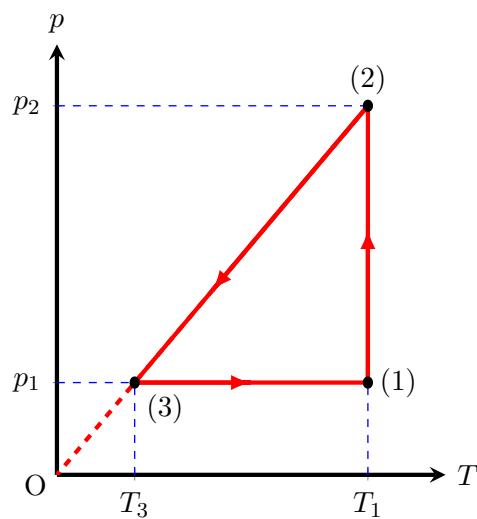
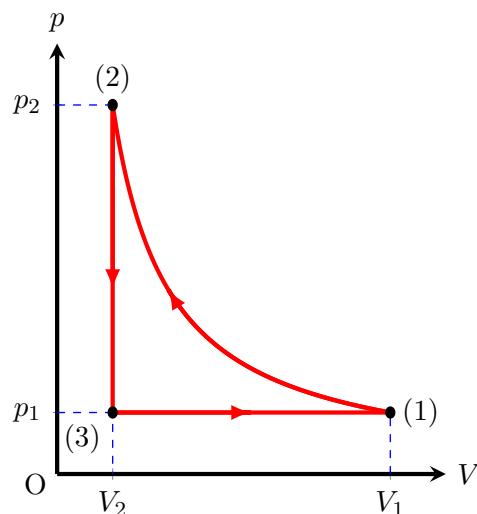
$$T_3 = ?$$

$$p_3 = 10^5 \text{ N/m}^2$$

Áp dụng định luật Charles cho quá trình biến đổi (2) → (3):

$$\frac{p_3}{T_3} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_3 = \frac{p_2 T_2}{p_3} = 310 \text{ K} \rightarrow t_3 = 37^{\circ}\text{C}.$$

Dồ thị biểu diễn quá trình biến đổi trạng thái của khối khí trong các hệ trục toạ độ:



□

**Câu 3.** Một khối lượng  $m = 1\text{ g}$  khí helium trong cylanh, ban đầu có thể tích  $V_1 = 4,2\text{ L}$ , nhiệt độ  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Khí biến đổi trạng thái theo một chu trình kín gồm ba giai đoạn:

*Giai đoạn 1:* Giãn nở đẳng áp, thể tích tăng lên đến  $6,3\text{ L}$ .

*Giai đoạn 2:* Nén đẳng nhiệt.

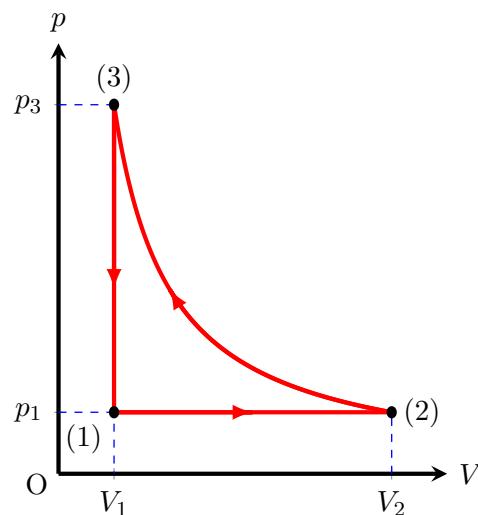
*Giai đoạn 3:* Làm lạnh đẳng tích.

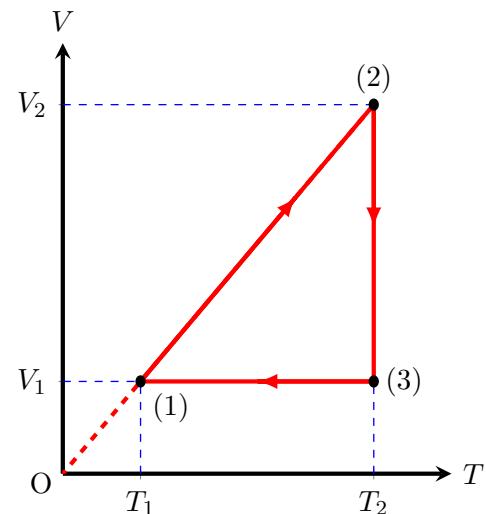
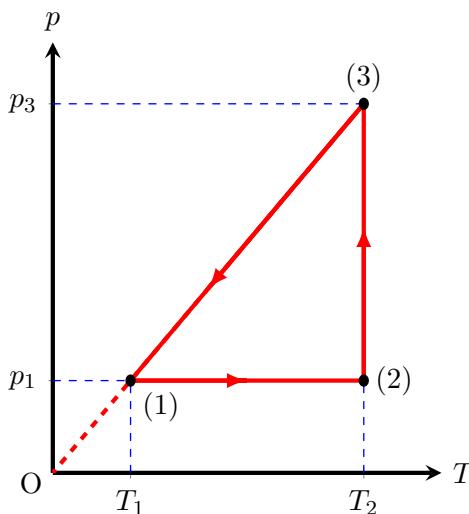
a) Vẽ đồ thị biểu diễn chu trình trong các hệ toạ độ  $(p, V)$ ,  $(V, T)$ ,  $(p, T)$ .

b) Tìm nhiệt độ và áp suất tính theo đơn vị at lớn nhất đạt được trong chu trình.

### Lời giải.

a) Đồ thị biểu diễn chu trình biến đổi trạng thái:





b) Quá trình (1)-(2) là đẳng áp nên:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = 450 \text{ K.}$$

Quá trình (2)-(3) là đẳng nhiệt nên:

$$T_3 = T_2 = 450 \text{ K.}$$

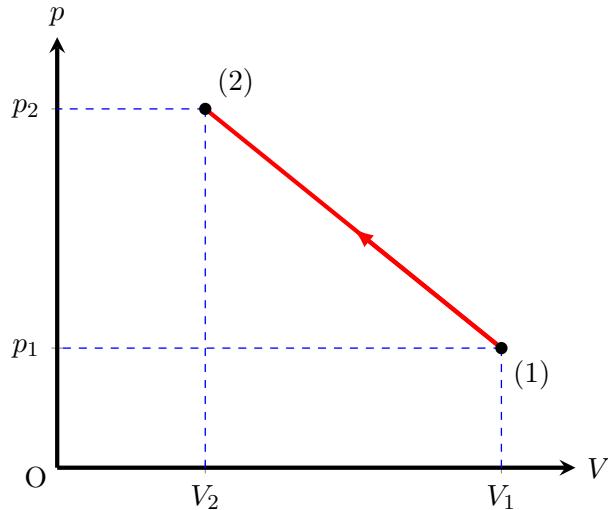
Áp suất ở trạng thái (3):

$$p_3 = \frac{nRT_3}{V_3} \approx 222\,589,29 \text{ Pa} = 2,27 \text{ at.}$$

Vậy  $T_{\max} = T_2 = 450 \text{ K}$  và  $p_{\max} = p_3 = 2,27 \text{ at.}$

□

**Câu 4.** Có 20 g khí helium chứa trong cylanh đậy kín bởi piston biến đổi chậm từ (1) → (2) theo đồ thị mô tả bởi hình bên.



Cho:  $V_1 = 30 \text{ L}$ ;  $p_1 = 5 \text{ atm}$ ;  $V_2 = 10 \text{ L}$ ;  $p_2 = 15 \text{ atm}$ . Hãy tìm nhiệt độ cao nhất mà khí đạt được trong quá trình biến đổi trạng thái.

### Lời giải.

Quá trình biến đổi trạng thái từ (1) → (2) có dạng:

$$p = aV + b$$

Ta có:

$$\begin{cases} V_1 = 30 \text{ L} \Leftrightarrow p_1 = 5 \text{ atm} \\ V_2 = 10 \text{ L} \Leftrightarrow p_2 = 15 \text{ atm} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 30a + b = 5 \\ 10a + b = 15 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -0,5 \text{ atm/L} \\ b = 20 \text{ atm} \end{cases} .$$

Như vậy:

$$p = -0,5V + 20 \quad (2.19)$$

Theo phương trình Clapeyron - Mendeleev:

$$pV = nRT \quad (2.20)$$

Từ (2.19) và (2.20), ta thu được:

$$T = \frac{1}{nR} (-0,5V^2 + 20V).$$

Khối khí đạt nhiệt độ cực đại khi  $V = 20\text{ L}$ :

$$T_{\max} = \frac{M}{mR} (-0,5V^2 + 20V) = \frac{(4\text{ g/mol})}{(20\text{ g}) \cdot \left(0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right)} \cdot \left[(-0,5 \text{ atm/L}) \cdot (20 \text{ L})^2 + (20 \text{ atm}) \cdot (20 \text{ L})\right] \approx 487,8 \text{ K.}$$

□

**Bài 7**

# ÁP SUẤT - ĐỘNG NĂNG CỦA CHẤT KHÍ THEO MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ

**A**

## LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

### 1 Áp suất chất khí theo mô hình động học phân tử

Áp suất khí tác dụng lên bình càng tăng khi các phân tử khí chuyển động nhiệt càng nhanh, khối lượng và mật độ phân tử khí càng lớn.

Biểu thức áp suất chất khí tác dụng lên bình:

$$p = \frac{1}{3} \mu m \bar{v}^2 \quad (2.21)$$

Trong đó:

- $p$ : áp suất khí, đơn vị trong hệ SI là Pa;
- $m$ : khối lượng của mỗi phân tử khí, đơn vị trong hệ SI là kg;
- $\mu$ : mật độ phân tử khí, đơn vị trong hệ SI là  $m^{-3}$ ;
- $\bar{v}^2$ : trung bình của bình phương tốc độ chuyển động nhiệt của mỗi phân tử khí, đơn vị trong hệ SI là  $m^2/s^2$ .

**A** Căn bậc hai của  $\bar{v}^2$  là  $\sqrt{\bar{v}^2}$ , độ lớn của đại lượng này không phải là tốc độ trung bình của các phân tử. Nó được gọi là tốc độ căn quân phương của phân tử.

### 2 Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí

Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của khí:

$$W_d = \frac{3}{2} kT \quad (2.22)$$

Trong đó, hằng số Boltzmann  $k$  là hằng số khí đặc trưng cho mối liên hệ giữa nhiệt độ và năng lượng. Giá trị của hằng số Boltzmann trong hệ SI bằng

$$k = \frac{R}{N_A} \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K.}$$

Có thể biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất theo nhiệt độ tuyệt đối  $T$  và mật độ phân tử khí  $n$ :

$$pV = \frac{N}{N_A} RT \Rightarrow p = \frac{N}{V} \cdot \frac{R}{N_A} \cdot T = \mu kT.$$



Hay

$$p = \frac{2}{3} \mu W_d.$$

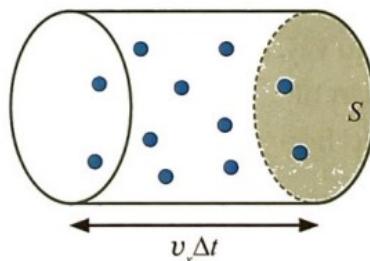
**B**

## VÍ DỤ MINH HOẠ

**Dạng 1. Giải thích được chuyển động của các phân tử ảnh hưởng như thế nào đến áp suất tác dụng lên bình và từ đó rút ra được hệ thức  $p = \frac{1}{3} \mu m \bar{v}^2$**

**Ví dụ 1.** Trong bài tập này, chúng ta sẽ chứng minh lại những điều được học trong phần lý thuyết.

- Em hãy giải thích vì sao áp suất do các phân tử khí tác dụng lên thành bình phụ thuộc vào tốc độ chuyển động nhiệt, khối lượng và mật độ của các phân tử khí?
- Bây giờ, ta xét mô hình va chạm một chiều đơn giản: Hệ gồm các phân tử khí khối lượng  $m$  chuyển động dọc theo trục  $Ox$  với tốc độ  $v_x$  đến va chạm đàn hồi với thành bình rồi bật ngược trở lại với cùng tốc độ ban đầu. Trong thời gian va chạm  $\Delta t$ , số phân tử đập vào diện tích  $S$  của thành bình là số phân tử chứa trong một hình trụ đáy  $S$ , chiều cao  $h = v_x \Delta t$ .



Hình 2.10: Minh họa về các phân tử khí đập vào thành bình trong thời gian  $\Delta t$

Gọi  $\mu$  là mật độ phân tử khí. Xác định áp suất do các phân tử khí tác dụng lên thành bình theo  $m$ ,  $v_x$ ,  $\mu$ .

- Thực tế, các phân tử khí chuyển động hỗn loạn không có phương nào ưu tiên. Từ kết quả thu được ở câu b, em hãy mở rộng cho trường hợp chuyển động 3 chiều.

### Lời giải.

- Khi các phân tử khí chuyển động nhiệt đến va chạm vào thành bình sẽ gây ra áp suất lên thành bình. Áp suất này được tính bằng áp lực của các phân tử khí lên một đơn vị diện tích thành bình.

Áp lực này càng lớn khi

- động lượng trước va chạm  $m\vec{v}$  của các phân tử khí càng lớn  $\Leftrightarrow m$  và  $v$  càng lớn;
- số lượng phân tử khí va chạm với thành bình sau mỗi giây càng lớn  $\Leftrightarrow$  mật độ phân tử khí  $n$  càng lớn.

- Sau khi va chạm với thành bình thì phân tử khí bị bật ngược trở lại với vận tốc  $\vec{v}'_x$  với  $v'_x = v_x$ . Lực do thành bình tác dụng lên mỗi phân tử khí:

$$\vec{f}_x = \frac{\Delta \vec{p}_x}{\Delta t} = \frac{m(\vec{v}'_x - \vec{v}_x)}{\Delta t} \Rightarrow f_x = \frac{2mv_x}{\Delta t}.$$

Trong thời gian va chạm  $\Delta t$ , số phân tử đập vào diện tích  $S$  của thành bình:

$$N = \mu V = \mu S v_x \Delta t.$$

Do  $N$  phân tử khí có thể chuyển động dọc trục  $Ox$  theo hai chiều ngược nhau nên số lượng trung bình các phân tử khí đến đập vào diện tích  $S$  của thành bình theo chiều dương gây áp suất lên thành  $S$  là  $\frac{N}{2}$ .

Tổng hợp lực do  $\frac{N}{2}$  phân tử khí tác dụng lên thành bình theo chiều dương của trục  $Ox$ :

$$F_x = \frac{N}{2} \cdot f_x = \frac{\mu S v_x \Delta t}{2} \cdot \frac{2mv_x}{\Delta t} = \mu m v_x^2 S.$$

Áp suất do các phân tử khí tác dụng lên thành bình:

$$p = \frac{F_x}{S} = \mu m v_x^2.$$

- Do phân tử khí chuyển động nhiệt theo cả ba phương và không có phương nào ưu tiên nên  $v_x = v_y = v_z$ :

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2 = 3v_x^2.$$

Suy ra:

$$p = \frac{1}{3} \mu m v^2.$$

Vì ta đang xét chuyển động của nhiều phân tử khí nên  $v^2$  là giá trị trung bình của bình phương tốc độ chuyển động nhiệt của từng phân tử. Khi đó:

$$p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2}.$$



**❖ Ví dụ 2.** Thực nghiệm đo được tốc độ trung bình của hầu hết các phân tử khí trong khoảng từ vài trăm m/s đến vài ngàn m/s. Tuy nhiên, phải sau một khoảng thời gian người ta mới cảm nhận được mùi thơm của lọ nước hoa bị đổ trong phòng. Hãy giải thích.

### ❷ Lời giải.

Tốc độ trung bình trên một phương chỉ khoảng  $\frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0,58$  lần tốc độ chuyển động trung bình của phân tử khí.

Mặt khác, do sự chuyển hỗn loạn và trong quá trình khuếch tán, các phân tử nước hoa va chạm với các phân tử khí và các phân tử nước hoa khác làm lệch phương truyền. Do đó, cần nhiều thời gian hơn để các phân tử nước hoa có thể truyền đến được mũi người.



**❖ Ví dụ 3.** Tính trung bình bình phương tốc độ trong chuyển động nhiệt của phân tử khí helium có khối lượng mol là 4 g/mol ở nhiệt độ 320 K. Coi các phân tử khí là giống nhau.

### ❷ Lời giải.

Áp suất do khí tác dụng lên thành bình:

$$\begin{aligned} p &= \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2} \\ \Leftrightarrow p &= \frac{1}{3} \frac{N}{V} \cdot m \overline{v^2} \\ \Leftrightarrow pV &= \frac{1}{3} N m \overline{v^2} \end{aligned} \quad (2.23)$$

Mà

$$pV = nRT = \frac{Nm}{M} RT \quad (2.24)$$

Thay (2.24) vào (2.23):

$$\overline{v^2} = \frac{3RT}{M} = \frac{3 \cdot \left( 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right) \cdot (320 \text{K})}{4 \cdot 10^{-3} \text{kg/mol}} = 1,99 \cdot 10^6 \text{m}^2/\text{s}^2.$$



## ☛ Dạng 2. Vận dụng được biểu thức tính động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí

❖ **Ví dụ 1.** Tính nhiệt độ của một khối khí để động năng tịnh tiến trung bình trong chuyển động tịnh tiến của phân tử khí đó bằng  $1,0 \text{ eV}$ . Lấy  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

### ☛ Lời giải.

Nhiệt độ của khối khí:

$$T = \frac{2}{3} \cdot \frac{W_d}{k} = \frac{2}{3} \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J})}{1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}} \approx 7729,5 \text{ K.}$$

❖ **Ví dụ 2.** Xét khối khí chứa trong một bình kín, biết mật độ động năng phân tử (tổng động năng tịnh tiến của các phân tử khí trong  $1 \text{ m}^3$  thể tích khí) có giá trị  $10^{-4} \text{ J/m}^3$ . Tính áp suất của khí trong bình.

### ☛ Lời giải.

Mật độ động năng phân tử:

$$\varepsilon = \frac{NW_d}{V} = \mu W_d = 10^{-4} \text{ J/m}^3.$$

Áp suất của khí trong bình:

$$\begin{aligned} p &= \frac{NRT}{VN_A} = \mu kT \\ \Rightarrow p &= \frac{2}{3} \mu W_d = \frac{2}{3} \varepsilon = \frac{2}{3} \cdot (10^{-4} \text{ J/m}^3) = 6,67 \cdot 10^{-5} \text{ Pa.} \end{aligned}$$

## ☛ Dạng 3. Nội năng khí lí tưởng (Đọc thêm)

### 1 Nội năng khí lí tưởng đơn nguyên tử

Đối với khí lí tưởng đơn nguyên tử, động năng chuyển động nhiệt của các phân tử khí chỉ gồm động năng chuyển động tịnh tiến. Do đó, nội năng của  $\nu$  mol khí lí tưởng đơn nguyên tử có dạng:

$$U = N \cdot \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} n N_A kT.$$

Thay  $k N_A = R$ , ta thu được:

$$U = \frac{3}{2} n R T.$$

Như vậy, nội năng của một khối khí lí tưởng xác định chỉ phụ thuộc nhiệt độ của khối khí.

### 2 Công của khí thực hiện trong các đẳng quá trình

Giả sử có  $n$  mol khí được chứa trong 1 cylanh cách nhiệt và được ngăn cách với bên ngoài bằng piston (tiết diện  $S$ ) rất nhẹ, có thể trượt không ma sát trong cylanh. Khối khí dãn nở từ thể tích  $V_1$  đến thể tích  $V_2$ . Xét trong từng quá trình thay đổi thể tích  $dV$  rất bé, khối khí tác dụng lực  $F = pS$  lên piston và đẩy nó trượt đoạn  $dx$ .

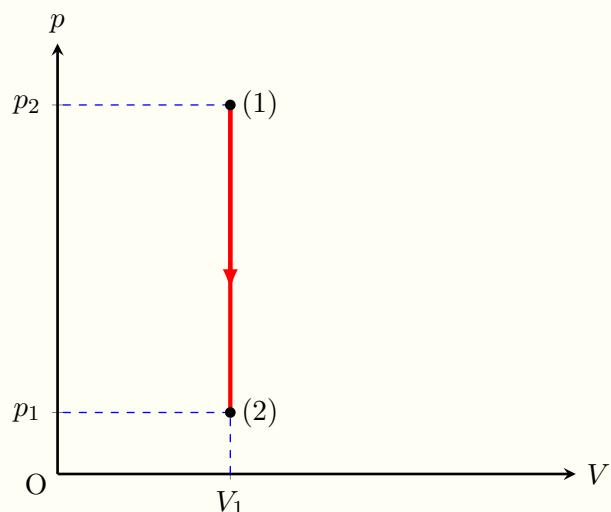
Công do khối khí thực hiện trong cả quá trình này:

$$A' = \int_{x_1}^{x_2} F dx = \int_{x_1}^{x_2} p S dx = \int_{V_1}^{V_2} p dV.$$

Như vậy, độ lớn công của khối khí thực hiện bằng diện tích hình giới hạn bởi đồ thị  $p(V)$

### 2.1. Quá trình $\text{đẳng tích}$

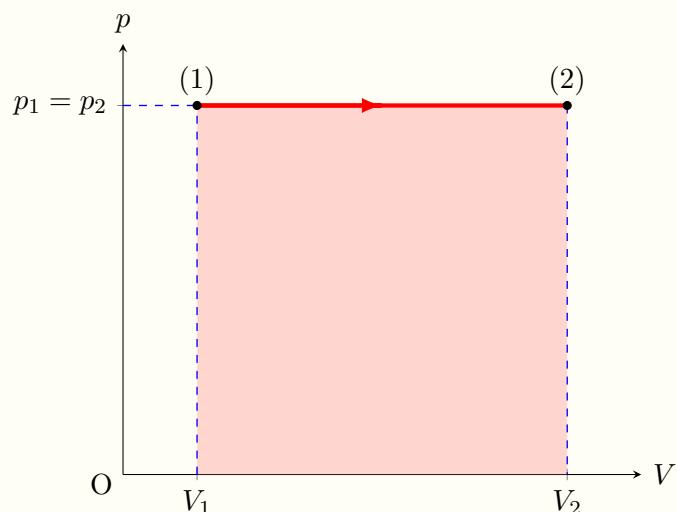
với trục hoành  $OV$  trong khoảng  $[V_1; V_2]$ .



Trong quá trình  $\text{đẳng tích}$ , khối khí không thay đổi thể tích nên:

$$A' = 0.$$

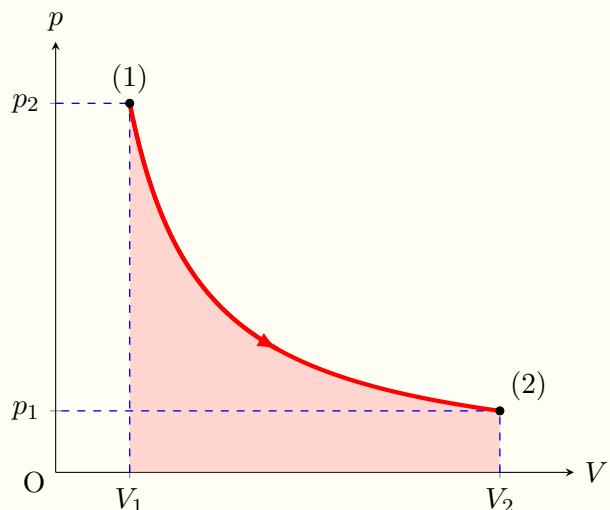
### 2.2. Quá trình $\text{đẳng áp}$



Trong quá trình  $\text{đẳng áp}$ , do áp suất khí không đổi nên công do khí thực hiện:

$$A' = p\Delta V.$$

### 2.3. Quá trình đẳng nhiệt



Công do khói khí thực hiện:

$$A' = \int_{V_1}^{V_2} pdV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

#### 3 Định luật I nhiệt động lực học

$$\Delta U = Q + A = Q - A'$$

trong đó:

- $\Delta U$ : độ biến thiên nội năng của khói khí;
- $Q$ : nhiệt lượng khí nhận;
- $A$ : công khí nhận;
- $A' = -A$ : công khí thực hiện.

❖ **Ví dụ 1.** Một mol khí oxygen (giả thiết là khí lí tưởng) giãn nở ở nhiệt độ không đổi  $T = 310\text{ K}$  từ thể tích ban đầu  $V_1 = 12\text{ L}$  tới thể tích cuối  $V_2 = 19\text{ L}$ . Công do khói khí thực hiện khi giãn nở là bao nhiêu?

#### Lời giải.

Công do khói khí thực hiện khi giãn nở ở nhiệt độ không đổi:

$$A' = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = (1 \text{ mol}) \cdot \left( 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right) \cdot (310 \text{ K}) \cdot \ln \frac{(19 \text{ L})}{(12 \text{ L})} \approx 1183 \text{ J}.$$

❖ **Ví dụ 2.** Có 6,5 g khí hydrogen ở  $27^\circ\text{C}$  được đun nóng đẳng áp để thể tích tăng gấp đôi. Tính

- a) công do khí thực hiện.
- b) nhiệt lượng truyền cho khí.
- c) độ biến thiên nội năng của khí.

Biết nhiệt dung riêng đẳng áp của khí hydrogen là  $c_p = 14,3 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ .

#### Lời giải.

Trạng thái 1

$$\begin{aligned} V_1 \\ T_1 = 300 \text{ K} \end{aligned}$$

$\xrightarrow{p=\text{const}}$

Trạng thái 2

$$\begin{aligned} V_2 = 2V_1 \\ T_2 \end{aligned}$$

a) Công do khí thực hiện:

$$A = p\Delta V = p(2V_1 - V_1) = pV_1 = \frac{m}{M}RT_1$$

$$\Rightarrow A = \frac{(6,5 \text{ g})}{(2 \text{ g/mol})} \cdot \left( 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right) \cdot (300 \text{ K}) = 8,1 \text{ kJ.}$$

b) Trong quá trình đẳng áp:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1}T_1 = 2T_1.$$

Nhiệt lượng truyền cho khí:

$$Q = mc_p\Delta T = mc_pT_1$$

$$\Rightarrow Q = (6,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (14,3 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}) \cdot (300 \text{ K}) \approx 27,9 \text{ kJ.}$$

c) Độ biến thiên nội năng của khí:

$$\Delta U = Q - A' = 19,8 \text{ kJ.}$$



## BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

**Câu 1.** Chọn phương án sai.

Với một lượng khí lí tưởng không đổi, áp suất khí càng lớn khi

- (A) thể tích các phân tử khí càng nhỏ. (B) nhiệt độ của khí càng lớn.  
 (C) thể tích bình chứa càng nhỏ. (D) mật độ phân tử khí càng lớn.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 2.** Động năng chuyển động tịnh tiến trung bình của các phân tử khí phụ thuộc vào

- (A) mật độ phân tử khí. (B) khối lượng mole. (C) áp suất khối khí. (D) nhiệt độ khối khí.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 3.** Trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí lí tưởng nhất định, mật độ phân tử khí

- (A) tỉ lệ nghịch với áp suất. (B) tỉ lệ thuận với áp suất.  
 (C) luôn không đổi. (D) chưa đủ dữ kiện để kết luận.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 4.** Khi một khối khí chứa trong bình kín được cung cấp nhiệt, điều nhận định nào sau đây là **đúng**?

- (A) áp suất khí giảm. (B) thế năng của khối khí tăng.  
 (C) động năng của các phân tử khí tăng. (D) thế năng của khối khí giảm.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 5.** Điều nào sau đây là đúng khi nói về nội năng của khí lí tưởng?

- (A) Chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của khối khí. (B) Bằng tổng thế năng tương tác giữa các phân tử.  
 (C) Phụ thuộc vào thể tích khối khí. (D) Không phụ thuộc vào số phân tử khí.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 6.** Trong quá trình biến đổi đẳng nhiệt của một khối khí lí tưởng thì

- (A) nội năng khí tăng. (B) nội năng khí giảm.  
 (C) khí không thực hiện công. (D) không có sự biến thiên nội năng.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 7.** Trong quá trình biến đổi đẳng nhiệt của một khối khí lí tưởng thì toàn bộ nhiệt lượng mà khí nhận được

- (A) chuyển hết thành công mà khí sinh ra.
- (B) chuyển hết thành nội năng của khí.
- (C) một phần làm tăng nội năng và phần còn lại biến thành công mà khí sinh ra.
- (D) v.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 8.** Hệ thức nào sau đây phù hợp với quá trình đun nóng đẳng tích?

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| (A) $\Delta U = Q + A$ với $Q, A > 0$ .         | (B) $\Delta U = Q$ với $Q > 0$ . |
| (C) $\Delta U = Q + A$ với $A < 0$ và $Q > 0$ . | (D) $Q + A = 0$ .                |

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 9.** Hệ thức nào sau đây phù hợp với quá trình nén khí đẳng nhiệt?

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| (A) $Q + A = 0$ với $A < 0$ . | (B) $\Delta U = Q + A$ với $\Delta U > 0, Q < 0, A > 0$ . |
| (C) $Q + A = 0$ với $A > 0$ . | (D) $\Delta U = Q + A$ với $\Delta U > 0, A > 0, Q > 0$ . |

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 10.** Trong quá trình đẳng tích, toàn bộ nhiệt lượng mà khí nhận được

- (A) chuyển hết thành công mà khí sinh ra.
- (B) chuyển hết thành nội năng của khí.
- (C) một phần làm tăng nội năng và phần còn lại biến thành công mà khí sinh ra.
- (D) truyền nhiệt hết cho bên ngoài.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)



**Câu 11.** Hệ thức nào sau đây phù hợp với quá trình làm lạnh đẳng tích?

- |                                  |                                  |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| (A) $\Delta U = A$ với $A > 0$ . | (B) $\Delta U = A$ với $A < 0$ . | (C) $\Delta U = Q$ với $Q > 0$ . | (D) $\Delta U = Q$ với $Q < 0$ . |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 12.** Trong quá trình đẳng áp, toàn bộ nhiệt lượng mà khí nhận được

- (A) chuyển hết thành công mà khí sinh ra.
- (B) chuyển hết thành nội năng của khí.
- (C) một phần làm tăng nội năng và phần còn lại biến thành công mà khí sinh ra.
- (D) truyền nhiệt hết cho bên ngoài.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 13.** Khối lượng riêng của một chất khí bằng  $6 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}^3$ , tốc độ cản quan phương của các phân tử khí là 500 m/s. Áp suất mà khí đó tác dụng lên thành bình là

- |            |                         |                                 |                                 |
|------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| (A) 10 Pa. | (B) $10^4 \text{ Pa}$ . | (C) $5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ . | (D) $5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ . |
|------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|

**Lời giải.**

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v^2} = 5 \cdot 10^3 \text{ Pa.}$$

Chọn đáp án (C)



**Câu 14.** Khối lượng riêng của một chất khí ở áp suất 300 mmHg là  $0,3 \text{ kg/m}^3$ . Tốc độ cản quan phương của các phân tử khí khi đó gần bằng

- |               |              |             |              |
|---------------|--------------|-------------|--------------|
| (A) 3000 m/s. | (B) 630 m/s. | (C) 55 m/s. | (D) 500 m/s. |
|---------------|--------------|-------------|--------------|

**Lời giải.**

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v^2} \Rightarrow \sqrt{\bar{v^2}} \approx 630 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 15.** Số phân tử khí hydrogen chứa trong  $1\text{ m}^3$  có áp suất  $200\text{ mmHg}$  và tốc độ cản quan phuong  $2400\text{ m/s}$  là

- (A)  $4 \cdot 10^{24}$  phân tử. (B)  $4 \cdot 10^{21}$  phân tử. (C)  $10^{28}$  phân tử. (D)  $10^{25}$  phân tử.

**Lời giải.**

$$p = \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot \frac{\mu}{N_A} \cdot \overline{v^2} \Rightarrow N = \frac{3pV N_A}{\mu \overline{v^2}} = 4 \cdot 10^{24}.$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 16.** Động năng chuyển động nhiệt trung bình của phân tử khí lí tưởng đơn nguyên tử ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  là

- (A)  $3,3 \cdot 10^{-22}\text{ J}$ . (B)  $1,1 \cdot 10^{-21}\text{ J}$ . (C)  $2,76 \cdot 10^{-21}\text{ J}$ . (D)  $6,2 \cdot 10^{-21}\text{ J}$ .

**Lời giải.**

$$W_d = \frac{3}{2}kT \approx 6,2 \cdot 10^{-21}\text{ J}.$$

**Câu 17.** Biết khối lượng mol của không khí là  $29\text{ g/mol}$ . Tốc độ cản quan phuong của các phân tử không khí ở nhiệt độ  $17^\circ\text{C}$  là

- (A)  $15,6\text{ m/s}$ . (B)  $500\text{ m/s}$ . (C)  $243\text{ m/s}$ . (D)  $2,5\text{ km/s}$ .

**Lời giải.**

$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \approx 500\text{ m/s}.$$

Chọn đáp án (B)

**Câu 18.** Tổng động năng trung bình của  $1\text{ kg}$  khí helium ở nhiệt độ  $1000\text{ K}$  là

- (A)  $5\text{ MJ}$ . (B)  $5\text{ kJ}$ . (C)  $3\text{ MJ}$ . (D)  $3\text{ kJ}$ .

**Lời giải.**

$$U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} RT = 3\text{ MJ}.$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 19.** Khí lí tưởng đơn nguyên tử trong bình kín  $2\text{ L}$  có nội năng  $300\text{ J}$  thì áp suất của khí là

- (A)  $10^5\text{ N/m}^2$ . (B)  $10^4\text{ N/m}^2$ . (C)  $700\text{ mmHg}$ . (D)  $2,25 \cdot 10^5\text{ N/m}^2$ .

**Lời giải.**

$$U = \frac{3}{2}\nu RT = \frac{3}{2}pV \Rightarrow p = \frac{2U}{3V} = 10^5\text{ N/m}^2.$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 20.** Người ta thực hiện công  $A = 124,65\text{ J}$  lên  $2\text{ mol}$  khí lí tưởng đơn nguyên tử thì nhiệt độ khói khí tăng thêm bao nhiêu? Biết rằng trong quá trình đó không có sự truyền nhiệt.

- (A)  $10\text{ K}$ . (B)  $8\text{ K}$ . (C)  $4\text{ K}$ . (D)  $5\text{ K}$ .

**Lời giải.**

$$\Delta U = A = \frac{3}{2}\nu RT \Rightarrow \Delta T \approx 5\text{ K}.$$

Chọn đáp án (D)

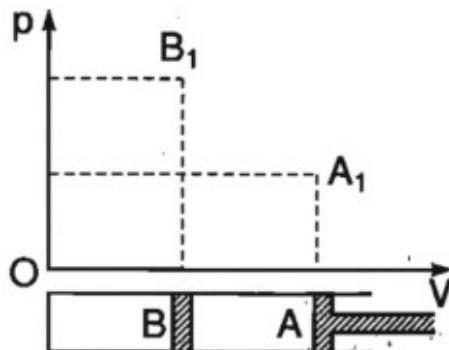
**Câu 21.** Làm biến đổi một lượng khí từ trạng thái 1 sang trạng thái 2, biết rằng ở trạng thái 2 của áp suất và thể tích của khí đều lớn hơn trạng thái 1. Trong những cách làm biến đổi lượng khí sau đây, cách nào lượng khí sinh công nhiều nhất?

- (A) Dun nóng khí đẳng tích rồi đun nóng đẳng áp.  
(B) Dun nóng khí đẳng áp rồi đun nóng đẳng tích.  
(C) Dun nóng khí sao cho cả thể tích và áp suất của khí đều tăng tuyến tính và liên tục từ trạng thái 1 đến trạng thái 2.  
(D) Dun nóng khí sao cho cả thể tích và áp suất khí đều tăng không tuyến tính và liên tục từ trạng thái 1 đến trạng thái 2.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **(A)**

**Câu 22.** Piston được đẩy từ vị trí A đến vị trí B để nén khí trong đó bằng hai cách:



- (1) Đẩy rất chậm từ A đến B.
- (2) Đẩy rất nhanh từ A đến B rồi chờ cho trạng thái khí ổn định.

Cho biết công nén trong quá trình nào lớn hơn?

- (A)** Cách 1.  
**(B)** Cách 2.  
**(C)** Hai cách như nhau.  
**(D)** Không thể kết luận được.

**Lời giải.**

**Cách 1:** Do nén chậm nên nhiệt độ khí không đổi. Lúc này công khí nhận bằng độ biến thiên nội năng:

$$A_1 = \Delta U.$$

**Cách 2:** Nén nhanh khi nén nhiệt độ khí tăng nhanh (do không kịp tỏa nhiệt) nên công khí nhận vừa làm tăng nội năng khí vừa làm cho khí nóng lên.

$$A_2 = \Delta U + Q.$$

Chọn đáp án **(B)**

**Câu 23.** Độ biến thiên nội năng của khối khí lí tưởng đơn nguyên tử từ trạng thái  $V_1 = 10\text{ L}$  và  $p_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  đến trạng thái  $V_2 = 20\text{ L}$  và  $p_2 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  là

- (A)**  $\Delta U = 1150 \text{ J}.$       **(B)**  $\Delta U = -750 \text{ J}.$       **(C)**  $\Delta U = -1150 \text{ J}.$       **(D)**  $\Delta U = 750 \text{ J}.$

**Lời giải.**

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = -750 \text{ J}.$$

Chọn đáp án **(B)**

**Câu 24.** Một cylanh thẳng đứng tiết diện  $100 \text{ cm}^2$  chứa khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ , phía trên được đậy bằng piston kín và cách nhiệt. Piston nhẹ, phía trên có đặt một vật nặng khối lượng  $100 \text{ kg}$  và ban đầu cách đáy  $60 \text{ cm}$ . Đốt nóng cylanh một cách từ từ để nhiệt độ khí tăng thêm  $50^\circ\text{C}$ . Cho áp suất khí quyển là  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Công do khí thực hiện là

- (A)**  $102 \text{ J}.$       **(B)**  $199 \text{ J}.$       **(C)**  $1200 \text{ J}.$       **(D)**  $98 \text{ J}.$

**Lời giải.**

Áp suất khí bên trong cylanh:

$$p = p_0 + \frac{mg}{S} = 199 \cdot 10^3 \text{ Pa}.$$

Thể tích ban đầu của khí:

$$V_1 = Sh_1 = 6 \cdot 10^3 \text{ cm}^3.$$

Dùn từ từ nên áp suất khí trong cylanh không thay đổi:

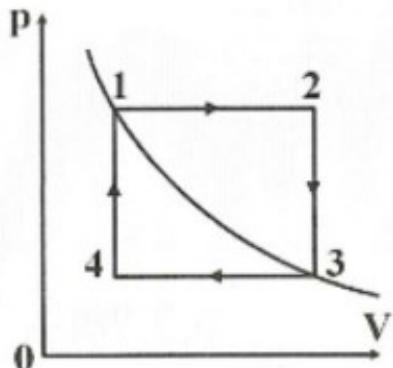
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 7 \cdot 10^3 \text{ cm}^3.$$

Công do khí thực hiện:

$$A' = p(V_2 - V_1) = 199 \text{ J}.$$

Chọn đáp án **(B)**

**Câu 25.** Cho 1 mol khí lí tưởng, khí thực hiện chu trình biến đổi trạng thái 1 – 2 – 3 – 4 – 1 như đồ thị trong hệ toạ độ  $OPV$  ở hình bên. Các trạng thái 1 và 3 nằm trên cùng đường đẳng nhiệt. Nhiệt độ trạng thái 4 là  $T_4 = 300\text{ K}$  và nhiệt độ ở trạng thái 2 là  $T_2 = 390\text{ K}$ . Công của khí nhận trên cả chu trình **gần nhất** với giá trị nào sau đây?



(A) 50 J.

(B) 60 J.

(C) 70 J.

(D) 30 J.

**Lời giải.**

Trạng thái	$p$	$V$	$T$
1	$p_1$	$V_1$	$T$
2	$p_1$	$V_3$	390 K
3	$p_3$	$V_3$	$T$
4	$p_3$	$V_1$	300 K

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_1 V_3}{390} = \frac{p_3 V_3}{T} = \frac{p_3 V_1}{300} = R \Rightarrow \begin{cases} p_1 V_3 = 390R \\ p_1 V_1 = p_3 V_3 = RT \\ p_3 V_1 = 300R \end{cases} \Rightarrow T = \sqrt{390 \cdot 300} = 30\sqrt{130} \text{ K.}$$

Công của chu trình:

$$A = (p_1 - p_3)(V_3 - V_1) = p_1 V_3 - p_1 V_1 - p_3 V_3 + p_3 V_1 = (390 - 30\sqrt{130} - 30\sqrt{130} + 300) R \approx 49 \text{ J.}$$

Chọn đáp án (A)



### D TRẮC NGHIỆM ĐÚNG/SAI

**Câu 1.** Một khối khí có thể tích  $V_1 = 4\text{ L}$ , áp suất  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  và nhiệt độ  $t_1 = 57^\circ\text{C}$ . Người ta thực hiện công 40 J để nén đẳng áp khối khí.

- a) Đồ thị biểu diễn quá trình nén khí trong hệ toạ độ  $OpV$  là đoạn thẳng song song trục  $OV$ .
- b) Thể tích của khí sau khi nén bằng  $3,8\text{ L}$ .
- c) Nhiệt độ của khối khí sau khi nén bằng  $313,5^\circ\text{C}$ .
- d) Trong quá trình nén khí, khí tỏa nhiệt cho bên ngoài.

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Đúng.

$$A' = p(V_2 - V_1) = -40 \text{ J} \Rightarrow V_2 = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

- c) Sai.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 313,5 \text{ K.}$$

- d) Đúng. Vì  $\Delta T < 0$ .



**Câu 2.** Một khối khí lí tưởng có áp suất  $p_1 = 3 \cdot 10^3$  Pa, thể tích  $V_1 = 5$  L, nhiệt độ  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  được đun nóng đẳng áp đến nhiệt độ  $t_2 = 177^\circ\text{C}$ .

- Trong quá trình đun, khối khí thực hiện công.
- Thể tích lúc sau của khối khí là 32,7 L.
- Công mà khối khí thực hiện có độ lớn bằng 7,5 J.
- Nếu nhiệt lượng mà khí nhận được là 18,75 J thì độ biến thiên nội năng của khí là 26,25 J.

**Lời giải.**

- Đúng.
- Sai.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 7,5 \text{ L.}$$

- Đúng.

$$A' = p(V_2 - V_1) = 7,5 \text{ J.}$$

- Sai.

$$\Delta U = Q + A = 18,75 \text{ J} - 7,5 \text{ J} = 11,25 \text{ J.}$$



**Câu 3.**

Một chiếc xe vượt qua sa mạc Sahara. Chuyến đi bắt đầu vào sáng sớm khi nhiệt độ là  $3,0^\circ\text{C}$ . Thể tích khí chứa trong mỗi lốp xe là  $1,5 \text{ m}^3$  và áp suất trong các lốp xe là  $3,42 \cdot 10^5$  Pa. Coi khí trong lốp xe có nhiệt độ bằng nhiệt độ ngoài trời, không thoát ra ngoài và thể tích lốp không thay đổi. Đến giữa trưa, nhiệt độ tăng lên  $42^\circ\text{C}$ .



- Trong mỗi lốp xe có 164 mol khí.
- Tốc độ cản quan phương của khí bên trong lốp xe vào giữa trưa tăng lên 1,07 lần so với lúc sáng sớm.
- Khi đến giữa trưa, áp suất khí trong lốp xe là  $3,9 \cdot 10^5$  Pa.
- Từ sáng đến giữa trưa, động năng tịnh tiến trung bình của một phân tử khí trong lốp xe tăng  $9,5 \cdot 10^{-21}$  J.

**Lời giải.**

- Sai.

$$\nu = \frac{p_1 V_1}{R T_1} \approx 224 \text{ mol.}$$

- Đúng.

$$\sqrt{\bar{v}^2} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \Rightarrow \sqrt{\frac{v_2^2}{v_1^2}} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 1,07.$$

- Đúng.

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow p_2 \approx 3,9 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

- Sai.

$$\Delta W_d = \frac{3}{2} k \Delta T \approx 8 \cdot 10^{-22} \text{ J.}$$



**Câu 4.** Khí helium đựng trong bình kín có thể tích 2 L ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$ , áp suất  $10^5$  Pa. Sau đó, người ta đun nóng khí trong bình đến nhiệt độ  $127^\circ\text{C}$ .

- Khối lượng riêng của khí helium ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  là  $160 \text{ kg/m}^3$ .
- Tốc độ cản quan phương của mỗi nguyên tử khí ở trạng thái ban đầu là 1579 m/s.
- Trong quá trình đun nóng, khí không thực hiện công.
- Nhiệt lượng cung cấp để đun nóng khí trong điều kiện nói trên là 100 J.

**Lời giải.**

- Sai.

$$\rho = \frac{p\mu}{RT} \approx 0,16 \text{ kg/m}^3.$$

b) Sai.

$$\sqrt{\bar{v_1^2}} = \sqrt{\frac{3RT_1}{\mu}} \approx 1368 \text{ m/s.}$$

c) Đúng.

d) Đúng. Vì  $A = 0$  nên

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot \frac{p_1 V_1}{T_1} \cdot (T_2 - T_1) = 100 \text{ J.}$$



**Câu 5.** Một khối khí helium chứa trong bình có thể tích 5 L, áp suất  $1,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Nén đẳng áp khối khí để mật độ phân tử tăng gấp hai lần.

- a) Động năng trung bình của phân tử khí trước khi nén là  $6,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ .
- b) Mật độ phân tử khí trước khi nén là  $3,6 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ .
- c) Nhiệt độ của khí sau khi nén là  $150^\circ\text{C}$ .
- d) Nhiệt lượng khí truyền cho bên ngoài là 562,5 J.

**Lời giải.**

a) Đúng.

$$W_d = \frac{3}{2} kT \approx 6,2 \cdot 10^{-21} \text{ J.}$$

b) Đúng.

$$n = \frac{N}{V} = \frac{p}{kT} \approx 3,6 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}.$$

c) Sai.

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 150 \text{ K} \rightarrow t_2 = -123^\circ\text{C}.$$

d) Sai.

$$Q = \Delta U + A' = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + p(V_2 - V_1) = \frac{5}{2} p(V_2 - V_1) = -937,5 \text{ J.}$$



## BÀI TẬP TỰ LUẬN

**Câu 1.** Ở nhiệt độ phòng và áp suất  $10^5 \text{ Pa}$ , không khí có khối lượng riêng khoảng  $1,29 \text{ kg/m}^3$ . Xác định giá trị trung bình của bình phương tốc độ các phân tử khí.

**Lời giải.**

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v^2} \Rightarrow \bar{v^2} \approx 23 \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{s}^2.$$



**Câu 2.** Để động năng tịnh trung bình của các phân tử khí bằng  $1,0 \text{ eV}$  thì nhiệt độ của khối khí phải bằng bao nhiêu K? Lấy  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

**Lời giải.**

$$W_d = \frac{3}{2} kT \Rightarrow T \approx 7729 \text{ K.}$$



**Câu 3.** Một bình dung tích 7,5 L chứa 24 g khí oxygen ở áp suất  $2,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Tính động năng tịnh trung bình của mỗi phân tử khí oxygen.

**Lời giải.**

$$W_d = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \cdot \frac{RT}{N_A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{MpV}{mN_A} \approx 6,23 \cdot 10^{-21} \text{ J.}$$



**Câu 4.** Tính trung bình của bình phương tốc độ trong chuyển động nhiệt của phân tử khí helium có khối lượng mol là 4 g/mol ở nhiệt độ 320 K.

**Lời giải.**

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{RT}{N_A} \Leftrightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{M}{N_A} \cdot \overline{v^2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{RT}{N_A} \Rightarrow \overline{v^2} = \frac{3RT}{M} \approx 2 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{s}^2.$$



**Câu 5.** Xét khói khí trong bình kín, biết mật độ động năng phân tử (tổng động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí trong 1 m<sup>3</sup> khí) có giá trị 10<sup>-4</sup> J/m<sup>3</sup>. Tính áp suất khí trong bình.

**Lời giải.**

$$\omega_d = \frac{\sum W_d}{V} = \frac{3}{2} \cdot \frac{nRT}{V} = \frac{3}{2}p \Rightarrow p = \frac{2}{3}\omega_d \approx 6,67 \cdot 10^{-5} \text{ Pa.}$$



**Câu 6.** Bình thể tích 10 L chứa khí đơn nguyên tử có mật độ  $\mu = 3 \cdot 10^{-24} \text{ m}^{-3}$ . Động năng trung bình của nguyên tử là  $5 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ . Nội năng của khí trong bình bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

$$\mu = \frac{N}{V} \Rightarrow N = \mu V.$$

Nội năng của khí:

$$U = NW_d = \mu V W_d = 150 \text{ J.}$$



**Câu 7.** Cho 20 g khí oxygen ở áp suất  $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , nhiệt độ  $31^\circ\text{C}$  được đun nóng đẳng áp và dãn nở đến thể tích 25 L. Công mà khí thực hiện trong quá trình trên bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT_1 \Rightarrow V_1 \approx 7,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Công khí thực hiện:

$$A' = p(V_2 - V_1) \approx 3,4 \text{ kJ.}$$



**Câu 8.** Cho 12 g khí hydrogen dãn nở đẳng áp, thể tích tăng gấp ba lần và thực hiện công 29 916 J. Nhiệt độ ban đầu của khí bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**

Số mol khí:

$$n = \frac{m}{M} = 6 \text{ mol.}$$

Quá trình đẳng áp:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow T_2 = 3T_1 \Rightarrow \Delta T = 2T_1.$$

Nhiệt độ ban đầu của khí:

$$A' = nR\Delta T = 2nRT_1 \Rightarrow T_1 \approx 300 \text{ K.}$$



**Câu 9.** Một chất khí mà các phân tử có tốc độ căn quân phương là 1760 m/s ở  $0^\circ\text{C}$  thì tốc độ căn quân phương của các phân tử khí này ở nhiệt độ  $1000^\circ\text{C}$  sẽ khoảng bao nhiêu?

**Lời giải.**

$$p = \frac{1}{3}\mu mv^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{Nm\overline{v^2}}{V} \Rightarrow pV = \frac{\sum mv^2}{3}.$$

Mà  $pV = \frac{\sum m}{M}RT$ .

Như vậy:

$$\overline{v^2} = \frac{3RT}{M}.$$

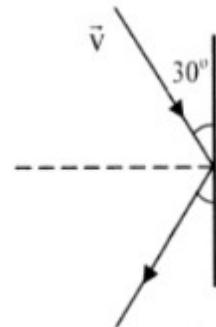
Vì  $\sqrt{v^2} \sim \sqrt{T}$  nên:

$$\sqrt{v_2^2} = \sqrt{v_1^2} \cdot \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \approx 3,8 \cdot 10^3 \text{ m/s.}$$



**Câu 10.** Khối lượng phân tử khí hydrogen là  $3,3 \cdot 10^{-24}$  g. Biết rằng trong 1s có  $10^{23}$  phân tử H<sub>2</sub> với vận tốc 1000 m/s đập vào 1 cm<sup>2</sup> thành bình theo phương nghiêng  $30^\circ$  so với thành bình. Áp suất khí lên thành bình bằng bao nhiêu?

**Lời giải.**



Xét 1 phân tử khí H<sub>2</sub>:

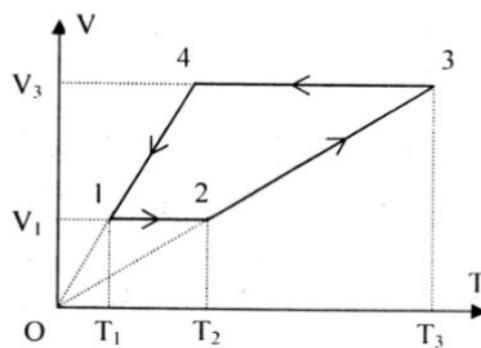
$$\Delta \vec{p} = \vec{f} \Delta t \Rightarrow 2mv \sin \alpha = p_1 S \Delta t \Rightarrow p_1 = \frac{2mv \sin \alpha}{S \Delta t}.$$

Áp suất do khí H<sub>2</sub> tác dụng lên thành bình:

$$p = N p_1 = \frac{2Nmv \sin \alpha}{S \Delta t} = 3300 \text{ N/m}^2.$$



**Câu 11.** Một lượng khí thực hiện chu trình biến đổi trạng thái như hình bên. Cho biết:  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ ;  $V_1 = 5 \text{ L}$ ;  $t_3 = 127^\circ\text{C}$ ;  $V_3 = 6 \text{ L}$ . Ở điều kiện tiêu chuẩn, khí có thể tích  $V_0 = 8,19 \text{ L}$ . Công do khí thực hiện sau một chu trình biến đổi trạng thái bằng bao nhiêu?



**Lời giải.**

Trạng thái	p	V	T
0	101 325 Pa	8,19 L	273 K
1	$p_1$	5 L	300 K
2	$p_2$	5 L	
3	$p_2$	6 L	400 K
4	$p_1$	6 L	

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_2 V_3}{T_3} \Rightarrow p_2 = 182\,385 \text{ Pa.}$$

Công do khí thực hiện trong chu trình là ở quá trình đẳng áp 2-3:

$$A_{23} = p_2 (V_3 - V_2) = 182,385 \text{ J.}$$



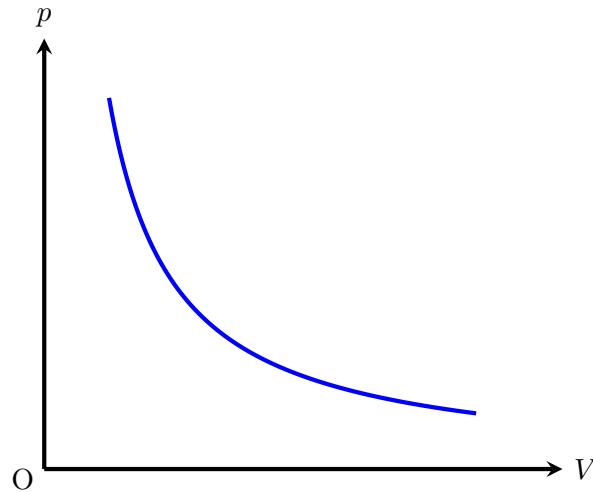
## ÔN TẬP CHƯƠNG II



### CÂU TRẮC NGHIỆM NHIỀU PHƯƠNG ÁN LỰA CHỌN

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 18. Mỗi câu hỏi thí sinh chọn một phương án

**Câu 1.** Dường biểu diễn sự biến thiên của áp suất theo thể tích của một lượng khí lí tưởng nhất định ở hình vẽ bên mô tả quá trình nào?



- (A) Đẳng tích.      (B) Đẳng entropy.      (C) Đẳng áp.      (D) Đẳng nhiệt.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 2.** Đại lượng nào sau đây **không phải** là thông số trạng thái của một lượng khí?

- (A) Thể tích.      (B) Áp suất.      (C) Khối lượng.      (D) Nhiệt độ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 3.** Với  $\Delta U$ ,  $Q$ ,  $A$  lần lượt là độ biến thiên nội năng hệ, nhiệt lượng và công hệ nhận thì công thức đúng của định luật I nhiệt động lực học là

- (A)  $\Delta U = A$ .      (B)  $\Delta U = Q$ .      (C)  $\Delta U = Q \cdot A$ .      (D)  $\Delta U = Q + A$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 4.** Phát biểu nào sau đây là đúng với nội dung định luật Boyle?

- (A) Trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích.  
 (B) Trong quá trình đẳng áp của một khối lượng khí xác định, áp suất và thể tích là một hằng số.  
 (C) Trong quá trình đẳng tích của một khối khí xác định, tích của áp suất và thể tích là một hằng số.  
 (D) Trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí nhất định, áp suất tỉ lệ thuận với thể tích.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (A)



**Câu 5.** Hiện nay, nhiệt độ thấp nhất trong phòng thí nghiệm mà con người thực hiện được vào khoảng

- (A)  $-9\text{ K}$ .      (B)  $-9^\circ\text{C}$ .      (C)  $10^{-9}\text{ K}$ .      (D)  $10^9\text{ K}$ .

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)



**Câu 6.** Điều nào sau đây là **sai** khi nói về mô hình động học phân tử chất khí?

- (A) Chất khí được cấu tạo từ các nguyên tử, phân tử riêng biệt.  
 (B) Các phân tử chuyển động hỗn loạn, không ngừng.  
 (C) Các nguyên tử, phân tử tương tác với nhau bằng lực hút và lực đẩy.

**D** Các phân tử luôn hút nhau để tạo thành chất.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **D**

**Câu 7.** Hệ thức nào sau đây phù hợp với định luật Charles?

**A**  $V \sim t$ .

$$\text{B} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\text{C} \quad \frac{V}{t} = \text{hằng số.}$$

$$\text{D} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B**

**Câu 8.** Trong quá trình đằng tích thì áp suất của một lượng khí xác định

**A** tỉ lệ thuận với bình phương của nhiệt độ tuyệt đối.

**B** tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

**C** tỉ lệ thuận với căn bậc hai của nhiệt độ tuyệt đối.

**D** tỉ lệ nghịch với nhiệt độ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B**

**Câu 9.** Chọn đáp án **đúng**. Nội năng của một vật là

**A** tổng động năng và thế năng của vật.

**B** tổng nhiệt lượng và cơ năng mà vật nhận được trong quá trình truyền nhiệt và thực hiện công.

**C** tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật.

**D** nhiệt lượng vật nhận được trong quá trình truyền nhiệt.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **C**

**Câu 10.** Chọn phát biểu **không đúng**.

Nung nóng đằng nhiệt một lượng khí lí tưởng chứa trong cylanh có piston di chuyển được thì

**A** nhiệt lượng bằng không vì nhiệt được của khí không đổi.

**B** nội năng của khí bằng không vì nhiệt độ của khí không thay đổi.

**C** nhiệt lượng mà khí nhận được chuyển hết sang công mà khí sinh ra.

**D** nội năng của lượng khí không thay đổi.

**Lời giải.**

Chọn đáp án **B**

**Câu 11.** Khi đun nóng đằng tích khối khí lí tưởng thêm  $1^\circ\text{C}$  thì áp suất khối khí tăng thêm  $\frac{1}{360}$  áp suất ban đầu. Nhiệt độ ban đầu của khối khí đó là

**A**  $87^\circ\text{C}$ .

**B**  $360^\circ\text{C}$ .

**C**  $350^\circ\text{C}$ .

**D**  $361^\circ\text{C}$ .

**Lời giải.**

**Trạng thái 1**

$$p_1 = p$$

$$T_1 = ?$$

$\xrightarrow{V=\text{const}}$

**Trạng thái 2**

$$p_2 = \left(1 + \frac{1}{360}\right) P$$

$$T_2 = T_1 + 1$$

$$\frac{T_1}{p_1} = \frac{T_2}{p_2} \Leftrightarrow \frac{T_1}{p} = \frac{T_1 + 1}{p \left(1 + \frac{1}{360}\right)} \Rightarrow T_1 = 360 \text{ K} \Rightarrow t_1 = 87^\circ\text{C}.$$

Chọn đáp án **A**

**Câu 12.** Nén khí đằng nhiệt từ thể tích  $10\text{ L}$  xuống còn thể tích  $4\text{ L}$  thì áp suất khí tăng lên

**A** 2,5 lần.

**B** 2 lần.

**C** 1,5 lần.

**D** 4 lần.

**Lời giải.**

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = 2,5.$$

Chọn đáp án **A**

**Câu 13.** Một khối khí lí tưởng nhốt trong bình kín. Tăng nhiệt độ của khối khí từ  $100^{\circ}\text{C}$  lên  $200^{\circ}\text{C}$  thì áp suất trong bình sẽ

- (A) có thể tăng hoặc giảm.
- (B) tăng lên hơn 2 lần áp suất cũ.
- (C) tăng lên ít hơn 2 lần áp suất cũ.
- (D) tăng lên đúng bằng 2 lần áp suất cũ.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (C)

**Câu 14.** Khi làm nóng một lượng khí trong bình kín thì

- (A) số phân tử khí trong một đơn vị thể tích giảm tỉ lệ nghịch với nhiệt độ tuyệt đối.
- (B) áp suất khí không đổi.
- (C) số phân tử khí trong một đơn vị thể tích không đổi.
- (D) số phân tử khí trong một đơn vị thể tích tăng tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (B)

**Câu 15.** Nung nóng đẳng áp khối khí lí tưởng từ nhiệt độ  $27^{\circ}\text{C}$  đến  $177^{\circ}\text{C}$  thì thể tích khí tăng một lượng  $\Delta V = 3\text{ L}$ . Thể tích ban đầu của khí đó là

- (A) 3L.
- (B) 4,5L.
- (C) 6L.
- (D) 9L.

**Lời giải.**

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Leftrightarrow \frac{V_1}{27 + 273} = \frac{V_1 + 3}{177 + 273} \Rightarrow V_1 = 6\text{ L.}$$

Chọn đáp án (C)

**Câu 16.** Trong một động cơ diesel, khối khí có nhiệt độ ban đầu là  $32^{\circ}\text{C}$  được nén để thể tích bằng  $1/16$  thể tích ban đầu và áp suất tăng bằng 48,5 lần áp suất ban đầu. Nhiệt độ khối khí sau khi nén sẽ **gần nhất** với giá trị nào sau đây?

- (A)  $652^{\circ}\text{C}$ .
- (B)  $97^{\circ}\text{C}$ .
- (C)  $1552^{\circ}\text{C}$ .
- (D)  $132^{\circ}\text{C}$ .

**Lời giải.**

Trạng thái 1

$\xrightarrow{\nu=\text{const}}$

Trạng thái 2

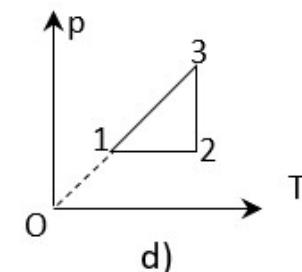
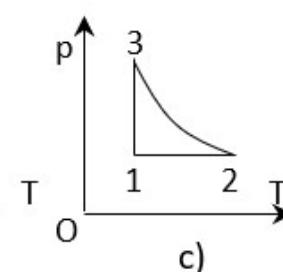
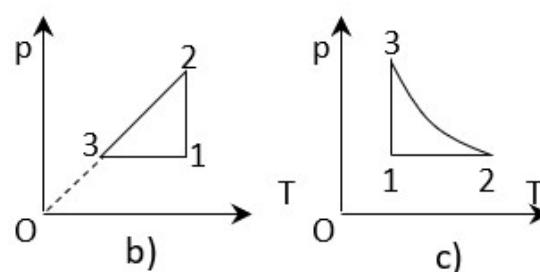
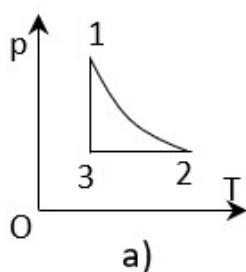
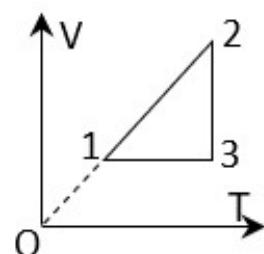
$$\begin{aligned} p_1 \\ V_1 \\ T_1 = 305\text{ K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_2 = 48,5p_1 \\ V_2 = V_1/16 \\ T_2 = ? \end{aligned}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 924,5\text{ K} \Rightarrow t_2 = 652^{\circ}\text{C.}$$

Chọn đáp án (A)

**Câu 17.** Hình bên là đồ thị mô tả sự biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng trong hệ toạ độ  $(V, T)$ . Đồ thị của sự biến đổi trạng thái trên trong hệ toạ độ  $(p, T)$  tương ứng với hình nào?



(A) Hình a.

(B) Hình b.

(C) Hình c.

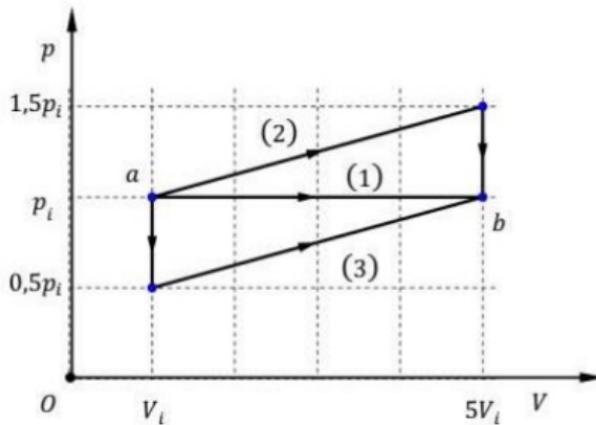
(D) Hình d.

**Lời giải.**

Chọn đáp án (D)



**Câu 18.** Một mẫu khí lí tưởng biến đổi từ trạng thái đầu  $a$  tới trạng thái cuối  $b$  theo ba quá trình khác nhau như mô tả trên hình vẽ. Nhiệt lượng cung cấp cho mẫu khí trong quá trình (1) là  $10p_iV_i$ . Kết luận nào sau đây đúng?



	Nhiệt lượng cung cấp cho chất khí trong quá trình (2)	Độ biến thiên nội năng của chất khí trong quá trình (3)
Kết luận 1	$3p_iV_i$	$-3p_iV_i$
Kết luận 2	$2p_iV_i$	$-2p_iV_i$
Kết luận 3	$2p_iV_i$	$-3p_iV_i$
Kết luận 4	$11p_iV_i$	$6p_iV_i$

(A) Kết luận 1.

(B) Kết luận 2.

(C) Kết luận 3.

(D) Kết luận 4.

**Lời giải.**Công khí thực hiện trong quá trình (1) là  $A'_1 = p_i(5V_i - V_i) = 4p_iV_i$ .Công khí thực hiện trong quá trình (2) là  $A'_2 = \frac{1}{2}(1,5p_i + p_i)(5V_i - V_i) = 5p_iV_i$ .

Độ biến thiên nội năng của khối khí trong 3 quá trình là như nhau.

$$\Delta U = Q_1 - A'_1 = 10p_iV_i - 4p_iV_i = 6p_iV_i.$$

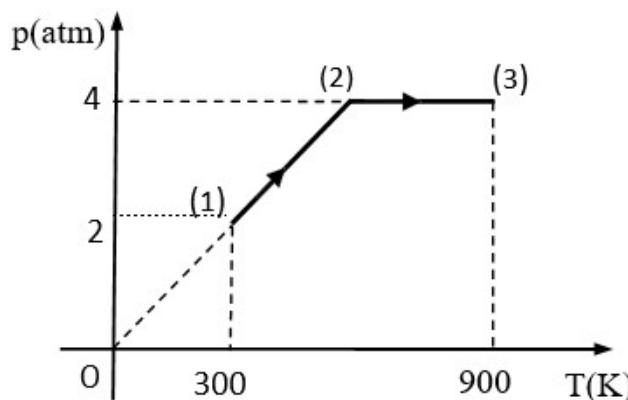
$$Q_2 = \Delta U + A'_2 = 11p_iV_i.$$

Chọn đáp án (D)

**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.** Một khối khí lí tưởng thực hiện quá trình biến đổi trạng thái như hình vẽ bên. Thể tích ban đầu của khối khí ở trạng thái (1) là 12 L.



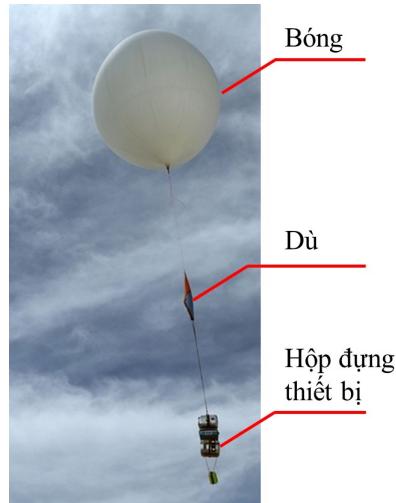
- a) Quá trình (1) – (2) khói khí biến đổi đẳng nhiệt.
- b) Quá trình từ (2) – (3) khói khí biến đổi đẳng áp.
- c) Thể tích khí ở trạng thái (3) là 18L.
- d) Số mol khí là 1,95 mol.

**Lời giải.**

- a) Sai. (1) – (2) là quá trình đẳng tích.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Đúng.



**Câu 2.** Bóng thám không có các bộ phận chính như mô tả ở hình bên.



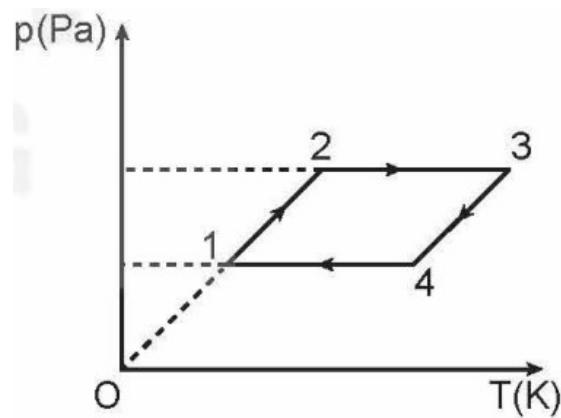
- a) Vỏ bóng được làm từ chất liệu đàn hồi.
- b) Khí bơm vào bóng phải có khối lượng riêng lớn hơn khối lượng riêng của không khí.
- c) Thông thường bóng chỉ bay lên tới độ cao 30 km đến 40 km là bị vỡ vì càng lên cao áp suất khí bên ngoài càng tăng và ép vỡ bóng.
- d) Sau khi bóng vỡ, hộp đựng thiết bị và dù sẽ rơi nhanh dần đều xuống mặt đất.

**Lời giải.**

- a) Đúng.
- b) Sai. Khối lượng riêng khí bơm vào nhỏ hơn khối lượng riêng của không khí để lực nâng của không khí tác dụng lên bóng lớn hơn trọng lực của bóng và dụng cụ.
- c) Sai. Càng lên cao áp suất càng giảm do đó thể tích khí trong bóng tăng dần làm cho vỏ bóng dãn ra.
- d) Sai. Trong quá trình rơi, dù và hộp thiết bị chịu tác dụng của trọng lực và lực cản của không khí. Ban đầu chúng chuyển động nhanh dần đều, sau đó lực cản tăng lên nên chúng chuyển động nhanh dần nhưng không đều, khi lực cản có độ lớn bằng trọng lực thì chúng chuyển động đều.



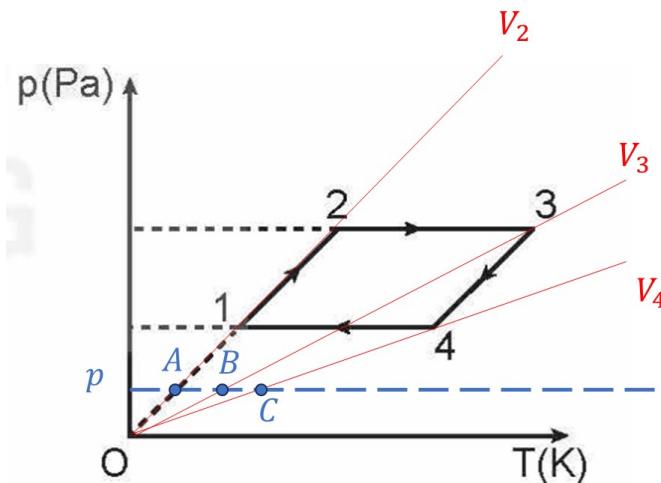
**Câu 3.** Một khói khí lí tưởng đã thực hiện chu trình biến đổi trạng thái như đồ thị hình bên dưới.



- a) Có 2 quá trình biến đổi đẳng tích.  
 b) Quá trình biến đổi (4) – (1) là quá trình nén đẳng áp.  
 c) Độ biến thiên nội năng của khí trong chu trình bằng 0.  
 d) Trạng thái (3) có thể tích lớn nhất.

**Lời giải.**

- a) Sai. Có 1 quá trình đẳng tích là (1) – (2).  
 b) Đúng. Quá trình (4) – (1) là quá trình đẳng áp nhiệt độ giảm → thể tích giảm.  
 c) Đúng. Chu trình kín thì  $\Delta U = 0$ .  
 d) Sai. Trạng thái (4) có thể tích lớn nhất.



$$p_A = p_B = p_C \text{ mà } T_C > T_B > T_A \Rightarrow V_C > V_B > V_A \Rightarrow V_4 > V_3 > V_2 = V_1.$$

□

**Câu 4.** Một bình kín có dung tích 10 L chứa một khối khí lí tưởng đơn nguyên tử ở áp suất  $p = 380 \text{ mmHg}$ . Nhiệt độ khối khí là  $10,0^\circ\text{C}$ .

- a) Mật độ phân tử khí là  $9,7 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3}$ .  
 b) Động năng trung bình của phân tử khí là  $5,86 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ .  
 c) Nội năng khí chứa trong bình là 759,75 J.  
 d) Nếu người ta mở nắp bình trong môi trường có nhiệt độ  $10^\circ\text{C}$  và áp suất bằng 760 mmHg thì số phân tử khí trong bình giảm xuống.

**Lời giải.**

- a) Sai.

$$\mu = \frac{p}{kT} = \frac{(380 \text{ mmHg}) \cdot (1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa})}{(760 \text{ mmHg}) \cdot (1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}) \cdot (283 \text{ K})} \approx 1,3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}.$$

- b) Đúng.

- c) Đúng.

$$U = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}pV = 759,75 \text{ J}.$$

- d) Sai.

$$N = \frac{pVN_A}{RT}.$$

Khi mở nắp bình, áp suất khí trong bình tăng nên  $N$  tăng.

□



## CÂU TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN

Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 6

**Câu 1.** Một cái bơm chứa  $100 \text{ cm}^3$  không khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  ở áp suất  $10^5 \text{ Pa}$ . Khi không khí bị nén xuống còn  $20 \text{ cm}^3$  và nhiệt độ tăng lên tới  $327^\circ\text{C}$  thì áp suất của không khí trong bơm lúc này là bao nhiêu (tính theo đơn vị  $10^5 \text{ Pa}$ ).

**Lời giải.**

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = 10 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

□

**Câu 2.** Một bình kín thê tích  $0,5 \text{ m}^3$  chứa không khí ở nhiệt độ  $32^\circ\text{C}$  và áp suất  $1,3 \text{ atm}$ . Khi mở nắp bình, áp suất không khí còn lại là  $1 \text{ atm}$  và nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$ . Thể tích không khí thoát ra khỏi bình là bao nhiêu lít (*làm tròn đến 2 chữ số thập phân*)?

**Lời giải.**

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 581,80 \text{ L} \Rightarrow \Delta V = 81,80 \text{ L.}$$

□

**Câu 3.** Một bình dung tích  $10 \text{ L}$  chứa  $1 \text{ mol}$  khí helium ở áp suất  $2,5 \text{ atm}$ . Động năng trung bình của phân tử khí trong bình là bao nhiêu (*tính theo đơn vị  $10^{-21} \text{ J}$  và làm tròn đến 2 chữ số thập phân*).

**Lời giải.**

$$\begin{aligned} p &= \frac{2}{3} \mu W_d = \frac{2}{3} \cdot \frac{n N_A}{V} \cdot W_d \\ \Rightarrow W_d &= \frac{3}{2} \cdot \frac{p V}{n N_A} \approx 6,31 \cdot 10^{-21} \text{ J.} \end{aligned}$$

□

**Câu 4.** Một căn phòng có thể tích  $40 \text{ m}^3$ . Không khí trong phòng có nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và ở áp suất  $1 \text{ atm}$ . Số phân tử khí trong phòng là  $x \cdot 10^{26}$  phân tử. Xác định giá trị của  $x$  (*làm tròn đến 2 chữ số thập phân*)?

**Lời giải.**

$$p = nkT = \frac{NkT}{V} \Rightarrow N = \frac{pV}{kT} \approx 9,79 \cdot 10^{26} \text{ phân tử.}$$

□

**Câu 5.** Một khối khí  $\text{CO}_2$  có khối lượng  $m = 250 \text{ g}$  chứa trong một cylanh dưới piston nặng. Piston có thể di chuyển không ma sát, thẳng đứng theo thành của cylanh. Dun nóng từ cylanh cho nhiệt độ tăng từ  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  lên  $127^\circ\text{C}$ . Tính công do khí thực hiện theo đơn vị  $\text{kJ}$  (*làm tròn đến 2 chữ số thập phân*).

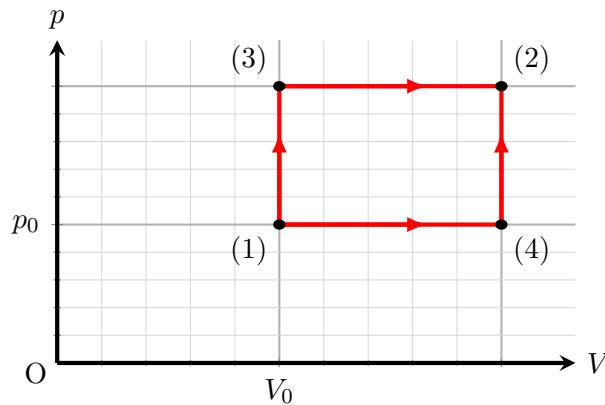
**Lời giải.**

$$A' = p(V_2 - V_1) = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1) \approx 4,72 \text{ kJ.}$$

□

**Câu 6.** Một lượng khí lí tưởng đơn nguyên tử chuyển từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) bằng hai cách:

- Cách 1: (1) → (3) → (2).
- Cách 2: (1) → (4) → (2).



Hãy tìm tỉ số các nhiệt lượng cần truyền cho khí trong cách 1 và cách 2 (*làm tròn đến 2 chữ số thập phân*).

**Lời giải.**

Độ biến thiên nội năng khi chuyển từ trạng thái (1) sang (2):

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{9}{2} p_0 V_0.$$

Công khí thực hiện trong cách 1:

$$A'_1 = 2p_0V_0.$$

Công khí thực hiện trong cách 2:

$$A'_2 = p_0V_0.$$

Nhiệt lượng khí nhận:

$$\begin{aligned} Q &= \Delta U - A = \Delta U + A' \\ \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} &= \frac{\frac{9}{2}p_0V_0 + 2p_0V_0}{\frac{9}{2}p_0V_0 + p_0V_0} = \frac{13}{11} \approx 1,18. \end{aligned}$$

□