

**KHÍ LÍ TƯỞNG**

**CHƯƠNG**

**2**

**A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT**

1. Mô hình động học phân tử chất khí và khí lí tưởng

Mô hình động học phân tử chất khí

\* Chất khí được cấu tạo từ các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.

\* Các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng; các phân tử chất chí chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ chất khí càng cao.

\* Khi chuyển động hỗn loạn, các phân tử khí va chạm vào thành bình gây ra áp suất lên thành bình.

Mô hình khí lí tưởng

Khí lí tưởng là chất khí gồm các phân tử có kích thước rất nhỏ, có thể bỏ qua. Các phân tử chỉ tương tác khi va chạm; giữa hai va chạm liên tiếp chúng chuyển động thẳng đều. Va chạm của các phân tử khí lí tưởng với nhau và với thành bình là va chạm hoàn toàn đàn hồi.

2. Phương trình trạng thái của chất khí

\* Định luật Boyle

Với khối lượng khí xác định, khi giữ nhiệt độ của khí không đổi thì áp suất p gây ra bởi khí tỉ lệ nghịch với thể tích V của nó.



\* Định luật Charles

Khi giữ không đổi áp suất của một khối lượng khí xác định thì thể tích V của khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của nó.



\* Phương trình trạng thái của khí lí tưởng



Với n là số mol khí đang xét và R là hằng số khí lí tưởng 

3. Áp suất khí và động năng phân tử chất khí

\* Áp suất của chất khí lên thành bình



\* Động năng trung bình của phân tử khí lí tưởng tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối



Với m là khối lượng phân tử, M là khối lượng 1 mol phân tử, là hằng số Boltzmann;  là số Avogadro

4. Một số lưu ý

\* Tốc độ mà các phân tử khí chuyển động thay đổi liên tục và ngẫu nhiên, do đó người ta dùng các đại lượng trung bình đặc trưng cho chuyển động phân tử, ví dụ như trung bình của bình phương tốc độ phân tử .

\* Không được đồng nhất tốc độ trung bình của các phân tử với căn hai giá trị trung bình của bình phương tốc độ phân tử .

**B. BÀI TẬP VÍ DỤ**

I. MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ VÀ KHÍ LÍ TƯỞNG

1. Hiện tượng nào sau đây không thể hiện rõ thuyết động học phân tử?

A. Không khí nóng thì nổi lên cao, không khí lạnh chìm xuống trong bầu khí quyển

B. Mùi nước hoa lan tỏa trong một căn phòng kín.

C. Chuyển động hỗn loạn của các hạt phấn hoa trong nước yên lặng

D. Cốc nước được nhỏ mực, sau một thời gian có màu đồng nhất .

Giải:

B. D. Thể hiện sự khuếch tán

C. Chuyển động Brown của các hạt phấn hoa là một hiện tượng giúp ta hình dung được về chuyển động phân tử.

**A.** Thể hiện sự đối lưu của dòng khí, không thể hiện rõ thuyết động học phân tử.

**Đáp án:** A.

**2.** Trong các phát biểu sau về nội dung thuyết động học phân tử chất khí, phát biểu nào là đúng, phát biêu nào là sai?

**a)** Các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng.

**b)** Các phân tử chất khí chuyển động xung quanh các vị trí cân bằng cố định.

**c)** Các phân tử chất khí không va chạm với nhau.

**d)** Các phân tử chất khí gây ra áp suất khi va chạm với thành bình chứa.

**Đáp án:** a) Đúng; b) Sai; c) Sai; d) Đúng.

**3.** Một phân tử khí lí tưởng đang chuyển động qua tâm một bình cầu có đường kính . Trong mỗi giây, phân tử này va chạm vào thành bình cầu lần. Coi rằng phân tử này chỉ va chạm với thành bình và tốc độ của phân tử là không đổi sau mỗi va chạm. Tốc độ chuyển động trung bình của phân tử khí trong bình là bao nhiêu m/s?

**Lời giải**

Giữa hai va chạm liên tiếp, phân tử đi quãng đường là . Quãng đường đi được trong 1 giây (sau va chạm) chính là tốc độ trung bình của phân tử.

Vậy tốc độ trung bình là m/s.

**Đáp án:** 400 m/s.

**4.** Trong khí hydrogen (H2) có bao nhiêu phân tử hydrogen (H2)?

**Lời giải**

Số phân tử hydrogen là

= phân tử.

**Đáp án:** phân tử.

**II. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA CHẤT KHÍ**

**5.** Một chất khí có thể tích  ℓ ở áp suất . Giả sử nhiệt độ không thay đổi khi tăng áp suất tới  thì khối khí có thể tích bằng bao nhiêu?

**A.** 3,8 ℓ. **B.** 5,0 ℓ. **C.** 5,4 ℓ. **D.** 7,7 ℓ.

**Lời giải**

Do nhiệt độ không đổi nên áp dụng định luật Boyles, thay các thông số đã biết, tính được

.

**Đáp án:** A

**6.** Nếu áp dụng định luật Charles cho một khối khí xác định, đại lượng không thay đổi là

**a)** Nhiệt độ và số mol của khối khí.

**b)** Áp lực lên thành bình.

**c)** Áp suất và số mol của khối khí.

**d)** Nhiệt độ và thể tích của khối khí.

Trong các phát biểu trên, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?

**Lời giải**

Định luật Charles dùng cho một khối khí xác định trong điều kiện áp suất không đổi.

**Đáp án:** a) Sai; b) Đúng; c) Đúng; d) Sai.

7. Một lượng khí nitrogen có thể tích giảm từ  xuống thì áp suất tăng từ  đến  và có nhiệt độ là . Nhiệt độ ban đầu là bao nhiêu kelvin?

**Lời giải**

Áp dụng công thức 

Thay số, với:; ; ; ; , ta được .

**Đáp án:** 225 K.

**III. ÁP SUẤT KHÍ VÀ ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ CỦA CHẤT KHÍ**

**8**. Động năng trung bình của phân tử khí lí tưởng ở có giá trị là

**A.** 5,2.10-22 J. **B.** 6,2.10-21 J. **C.**6,2.1023 J. **D.** 3,2.1023 J.

**Lời giải**

Áp dụng công thức 

Thay các giá trị *k* = 1,38.10-23 J/K, *T* = 298 K,

ta được: Wđ = 6,2.10-21 J.

**Đáp án:** B

**9**. Khi xây dựng công thức tính áp suất chất khí từ mô hình động học phân tử khí, trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?

**a)** Trong thời gian giữa hai va chạm liên tiếp với thành bình, động lượng của phân tử khí thay đổi một lượng bằng tích khối lượng phân tử và tốc độ trung bình của nó.

**b)** Giữa hai va chạm với thành bình, phân tử khí chuyển động thẳng đều.

**c)** Lực gây ra thay đổi động lượng của phân tử khí là lực do phân tử khí tác dụng lên thành bình.

**d)** Các phân tử khí chuyển động không có phương ưu tiên, số phân tử đến va chạm với các mặt của thành bình trong mỗi giây là như nhau.

**Lời giải**

**a)** Sai vì động lượng của phân tử khí thay đối một lượng bằng hai lần tích khối lượng phân tử và tốc độ trung bình của nó.

**b)**Đúng, do bỏ qua lực tương tác nên giữa hai va chạm với thành bình, phân tử khí chuyển động thẳng đều.

**c)** Sai vì theo định luật thứ 2 của Newton, lực gây ra thay đối động lượng của phân tử khí là lực do thành bình tác dụng lên phân tử khí.

**d)** Đúng, các phân tử khí chuyển động không có phương ưu tiên, số phân tử đến va chạm với các mặt của thành bình trong mỗi giây là như nhau.

**Đáp án:** a) Sai; b) Đúng; c) Sai; d) Đúng.

**10.** Một bình có thể tích  chứa khí hydrogen ở điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ là 0,000C và áp suất là 1,00 atm). Người ta bơm thêm khí helium cũng ở điều kiện tiêu chuẩn vào bình này. Cho khối lượng riêng ở điều kiện tiêu chuẩn của khí hydrogen và khí helium lần lượt là  và . Tìm:

**a/** Khối lượng riêng của hỗn hợp khí trong bình.

**b/** Áp suất của hỗn hợp khí lên thành bình.

**c/** Giá trị trung bình của bình phương tốc độ phân tử khí trong bình.

**Lời giải**

**a/** Khối lượng khí hydrogen trong bình là 

Khối lượng khí helium trong bình là 

Tồng khối lượng khí hydrogen và khí helium trong bình là



Khối lượng riêng của hỗn hợp khí trong bình là

 kg/m3

**b/** Áp suất khí là tổng áp suất do các phân tử tác dụng lên thành bình nên áp suất hỗn hợp khí tác dụng lên thành bình bằng tổng áp suất do khí hydrogen và do khí helium tác dụng lên thành bình.



**c/** Giá trị trung bình của bình phương tốc độ phân tử khí trong bình là



**Đáp án:** a) 0,27 kg/m3; b) 2 atm; c) 2,24.106 m2/s2

**11**. Một bình kín có thể tích chứa khí hydrogen ở nhiệt độ và áp suất . Biết khối lượng của phân tử khí hydrogen là . Một trong các giá trị trung bình đặc trưng cho tốc độ của các phân tử khí thường dùng là căn bậc hai của trung bình bình phương tốc độ phân tử . Giá trị này của các phân từ hydrogen trong bình là m/s. Tìm  (viết kết quả chỉ gồm hai chữ số).

**Lời giải**

Từ công thức: tính được



Áp dụng công thức , ta xác định được giá trị trung bình bình phương tốc độ của các phân tử khí hydrogen trong bình là

m2/s2

Căn bậc hai của trung bình bình phương tốc độ phân tử là

= 6,2.103 m/s

**Đáp án:** X= 6,2.

**C. BÀI TẬP**

**I. MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ VÀ KHÍ LÍ TƯỞNG**

**2.1.** Công thức liên hệ hằng số Boltzman với số Avogadro NA , và hằng số khí lí tưởng R là

**A**. NAR2. **B**. NAR. **C.** R/NA **D.** NA/R.

**2.2.** Phát biểu nào sau đây về hằng số Avogadro là sai?

**A.** Hằng số Avogadro là số lượng nguyên tử trong 0,012 kg cacbon-12.

**B.** Giá trị của hằng số Avogadro là 6,02.1023.

**C.** Hằng số Avogadro là số phân tử có trong một mol chất.

**D.** Hằng số Avogadro chỉ áp dụng được cho các hạt đơn nguyên tử.

**2.3.** Căn bậc hai của trung bình bình phương tốc độ phân tử của một lượng khí lí tưởng là . Nếu nhiệt độ của lượng khí tăng gấp đôi thì giá trị này là

**A.** v. **B.** . **C.** 2v. **D.** .

**2.4.** Ở nhiệt độ nào căn bậc hai của trung bình bình phương tốc độ các phân tử khí oxygen (O2) đạt tốc độ vũ trụ cấp I (7,9 km/s)?

**A.** 6,0.104 K. **B.** 4,0.104 K. **C.** 8,0.104 K. **D.** 2,0.104 K.

**2.5.** Có 2,00 mol khí nitrogen đựng trong một xilanh kín. Biết số khối của nitrogen là 28. Có bao nhiêu gam nitrogen trong xilanh?

**A.** 0,14. **B.** 56. **C.** 42. **D.** 112.

**2.6.** Có 2,00 mol khí nitrogen đựng trong một xilanh kín. Nếu nhiệt độ của khí là 298 K, áp suất là 1,01.106 N/m2, thể tích của khí là bao nhiêu? (R = 8,31 J/(mol.K)).

**A.** 9,80. 10-3 m3. **B.** 4,90. 10-3 m3.

**C.** 17,3.10-3 m3. **D.** 8,31. 10-3 m3.

**2.7.** Trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?

**A.** Các phân tử khí được coi là những quả cầu, đàn hồi tuyệt đổi và kích thước của các phân tử rất nhỏ so với khoảng cách trung bình giữa chúng.

**B.** Tổng thể tích của các phân tử đáng kể so với thể tích của bình chứa khí.

**C.** Giữa hai lần va chạm liên tiếp, các phân tử chuyển động thẳng biến đổi đều.

**D.** Chuyển động của các phân tử tuân theo định luật I, II và III của Newton.

**2.8**. Trong các phát biểu sau về ứng dụng thuyết động học phân tử, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?

**A.** Các nội dung thuyết động học phân tử chất khí mô tả các đặc điểm của chất khí lí tưởng.

**B.** Nhiệt độ càng cao thì động năng chuyển động nhiệt các phân tử không khí càng giảm do không khí bị giảm áp suất.

**C.** Chuyển động Brown của các hạt khói lơ lửng trong không khí giúp ta hình dung được về chuyển động của các phân tử khí.

**D.** Ở nhiệt độ bình thường, tốc độ trung bình của các phân tử lên tới hàng trăm mét trên giây. Điều này suy ra tốc độ lan tỏa mùi nước hoa trong không khí yên lặng có thể lên tới hàng trăm mét trên giây.

**2.9.** Chất khí ở nhiệt độ tuyệt đối 300 K có áp suất p = 4.10-5 N/m2. Hằng số

Boltzmann . Giả sử các phân tử phân bố đều. Khoảng cách trung bình giữa các phân tử khí bằng bao nhiêu cm?

**II. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA CHẤT KHÍ**

**2.10.** Trong một quá trình đẳng áp, người ta thực hiện công là 4,5.104 J làm một lượng khí có thể tích thay đổi từ 2,6 m3 đến 1,1 m3. Áp suất trong quá trình này là bao nhiêu.

**A.** 1,2.104 Pa. **B.** 2,4. 104 Pa. **С.** 3,0. 104 Pa. **D.** 4,1. 104 Pa.

**2.11.** Đại lượng nào sau đây được giữ không đổi theo định luật Boyle?

**A.** Chỉ khối lượng khí. **B.** Chỉ nhiệt độ khí.

**C.** Khối lượng khí và áp suất khí. **D.** Khối lượng khí và nhiệt độ khí.

**2.12.** Dựa vào đồ thị Hình 2.1, hệ thức nào sau đây là đúng?



**A.** P1 > P2. **B.** P1 = P2. **C.**P1 <P2: **D.** P1 - P2 = 2P1.

**2.13.** Một bình đựng khí oxygen có thể tích 150 ml và áp suất bằng 450 kPa. Coi nhiệt độ không đổi. Thể tích của khí này là bao nhiêu khi áp suất của khí là 150 kPa?

**A.** 50 ml. **B.** 450 ml. **C.** 100 ml. **D.** 300 ml.

**2.14.** Hai mol khí lí tưởng ở 3,0 atm và 100C được làm nóng đến 1500C. Nếu thể tích được giữ không đổi trong quá trình đun nóng này thì áp suất cuối cùng là bao nhiêu?

**A.** 4,5 atm. **B.** 1,8 atm. **C.** 0,14 atm. **D.** 1,0 atm.

**2.15.** Trong các phát biểu sau đây, phát biểu nào là đúng, phát biểu nào là sai?

**A.** Định luật Charles là định luật thu được từ kết quả thực nghiệm về chất khí.

**B.** Đường biểu diễn quá trình đẳng áp của một lượng khí trong hệ (V-T) là đường thẳng kéo dài đi qua gốc toạ độ.

**C.** Trong quá trình đẳng áp, thể tích của một lượng khí luôn tỉ lệ nghịch với nhiệt độ (K) của lượng khí đó.

**D.** Phương trình trạng thái của khí lí tưởng thể hiện mối liên hệ giữa nhiệt độ, khối lượng và áp suất của một lượng khí.

**2.16.** Một lượng khí chiếm một thể tích 2,0*l* và gây áp suất 450 kPa lên thành bình chứa nó. Áp suất tính theo kPa do khí gây ra sẽ là bao nhiêu nếu lượng khí đó được chuyển hoàn toàn sang một bình chứa mới có thể tích 3,0 *l* (giả sử nhiệt độ và khối lượng khí không đổi)?

**2.17.** Ban đầu một khối khí có thể tích 120,0 ml. Khi khối khí được làm lạnh từ

33,0°C xuống 5,0°C thì thể tích của nó giảm một lượng bao nhiêu mililit?

**2.18.** Thể tích của một mẫu khí helium tăng từ 50 *l* đến 125 *l* và nhiệt độ của nó giảm từ 800 K đến 450 K. Nếu áp suất ban đầu là 2 280 mmHg thì áp suất cuối cùng của mẫu khí đó là bao nhiêu mmHg?

**2.19.** Một lượng khí có nhiệt độ tăng từ 217 °C đến 480 °C và thể tích giảm từ 300 đến180 dm3. Nếu áp suất cuối cùng là 2,75 atm thì áp suất ban đầu của nó là bao nhiêu?

**2.20.** Quả bóng thời tiết hay còn gọi là bóng thám không, là một công cụ quan trọng trong việc thu thập dữ liệu khí tượng phục vụ dự báo thời tiết. Nó hoạt động như sau:

• Thả bóng: Quả bóng được thả từ các địa điểm quan sát trên khắp thế giới, thường là hai lần mỗi ngày vào 0 giờ và 12 giờ quốc tế.

• Thu thập dữ liệu: Khi được thả, bóng thám không bắt đầu đo các thông số như nhiệt độ, độ ẩm tương đối, áp suất, tốc độ gió và hướng gió.

• Truyền dữ liệu: Các thông tin thu thập được sẽ được truyền về đài quan sát thông qua các thiết bị đo lường và truyền tin gắn trên bóng.

• Định vị gió: Bóng thám không có thể đo tốc độ gió bằng rađa, sóng vô tuyến, hoặc Hệ thống định vị toàn cầu (GPS).

• Đạt độ cao lớn: Bóng có thể đạt đến độ cao 40 km hoặc hơn, trước khi ấp suất giảm dần làm cho quả bóng giãn nở đến giới hạn và vỡ.

• Quả bóng thời tiết cung cấp dữ liệu quý giá giúp dự đoán điều kiện thời tiết hiệ tại và hỗ trợ các công nghệ dự đoán thời tiết. Đây là một phần không thể thiế.

trong hệ thống quan sát toàn cầu về thời tiết.

Quả bóng thời tiết sẽ bị nổ ở áp suất 27640 Pa và thể tích tăng tới 39,5 m3 . Một quả

bóng thời tiết được thả vào không gian, khí trong nó có thể tích 15,8 m3 và áp suất ban đầu bằng 105 000 Pa và nhiệt độ là 27 °C. Khi quả bóng đó bị nổ, nhiệt độ của khí bằng bao nhiêu °C?

**2.21.** Một bình chứa hình trụ có thể tích 0,96 dm3, chứa khí nitrogen (N,) ở áp suất

1,2 atm. Một pít-tông nén từ từ khí đến áp suất 5,0 atm. Nhiệt độ của khí không đổi.

Tính thể tích cuối cùng của khí theo dm3.

**III. ÁP SUẤT KHÍ VÀ ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ CHẤT KHÍ**

**2.22.** Căn bậc hai của trung bình bình phương tốc độ phân tử  nitrogen ở 0°C là

**A.** 243 m/s. **B.** 285 m/s. **C.** 493 m/s. **D.** 81 m/s.

**2.23.** Một khối khí ở nhiệt độ 27 °C có áp suất p = 3.10-9 N/m2. Hằng số Boltzman

k = 1,38.10-23 J/K. Số lượng phân tử trên mỗi cm3 của khối khí khoảng

**A.** 1010 **B.** 105. **C.** 108. **D.** 1011.

là đúng, phát biểu nào là sai?

**2.24.** Trong các phát biểu sau đây về một lượng khí lí tưởng xác định, phát biểu nào

**a).** Áp suất của khí tăng lên bằng cách làm tăng nhiệt độ ở thể tích không đời, tương ứng động năng trung bình của các phân tử đã tăng theo sự tăng nhiệt độ.

**b).** Khi giữ nhiệt độ không đổi, dù thể tích tăng, áp suất giảm nhưng động nằng trung bình của các phân tử vẫn không thay đối.

**c).** Khi tốc độ của mỗi phần tử tăng lên gấp đôi, áp suất cũng tăng lên gấp đôi.

**d).** Khi khối khí giảm nhiệt độ, tương ứng động năng trung bình của các phân từ khí cũng giảm nhưng giảm chậm hơn sự giảm nhiệt độ.

**2.25.** Áp suất của khí lí tưởng là 2,00 MPa, số phân tử khí trong 1,00 cm3 là 4,84.1020 .

Xác định:

**a)** Động năng trung bình của phân tử khí tính theo đơn vị J.

**b)** Nhiệt độ của khí tính theo đơn vị kelvin.

**2.26.** Một máy hút chân không làm giảm áp suất khí nitrogen trong một bình kín tới 9,0.10-10 Pa ở nhiệt độ 27,0°C. Tính số phân tử khí trong thể tích 1,0 cm3.

**2.27.** Đại lượng Nm là tổng khối lượng của các phân tử khí, tức là khối lượng của một lượng khí xác định. Ở nhiệt độ phòng, mật độ không khí xấp xỉ 1,29 kg/m3 ở áp suất 1,00.105 Pa. Sử dụng những số liệu này để suy ra giá trị 

**D. ĐÁP SỐ VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI**

**2.1.** С. **2.2.** D. **2.3.** D.

**2.4.** С. **2.5.** B. **2.6.** В.

**2.7.** a) Đúng; b) Sai; c) Sai; d) Đúng.

**2.8.** a) Đúng; b) Sai; c) Đúng; d) Sai.

**2.9.** 4,7.10-3 сm.

**2.10.** C. Tính p từ công thức A = p (V1 -V2).

**2.11.** D. **2.12.** С. **2.13.** B

**2.14.** А.

**2.15.** a) Đúng; b) Đúng; c) Sai; d) Sai.

**2.16.** 300 kPa.

**2.17.** 11,0 m*l*. **2.18.** 513 mmHg.

**2.19.** 1,07 atm.**2.20**. - 76 °C.

**2.21.** 0,23 dm3.

**2.22**. C. Áp dụng công thức: =

**2.23.** D.

**2.24**. a) Đúng; b) Đúng; c) Sai; d) Sai.

**2.25.** a) 6,20.10-21 J; b) 299 K.

a) Từ công thức tính được Wđ = = 6,2.10-21 J.

b) Từ công thức: Wđ = = 

tính được T = = 299K

2.26.  phân tử.

Từ công thức với , ta có 

Từ đó ta tính được  phân tử.

2.27. 482 m/s.

Áp dụng công thức 