Tiết: 29,30,31

BÀI 12. ÁP SUẤT KHÍ THEO MÔ HÌNH DỘNG HỌC PHÂN TỬ.

QUAN HỆ GIỮA ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ VÀ NHIỆT ĐỘ

I. MỤC TIÊU

1. Kiến thức

- Hiểu và phát biểu được mô hình động học phân tử của khí.
- Mô tả được cách thức áp suất của khí được tạo ra từ các va chạm của phân tử khí với thành bình.
- Hiểu và thiết lập được mối quan hệ giữa động năng phân tử và nhiệt độ tuyệt đối.
- Vận dụng được công thức tính áp suất khí $p = \frac{2}{3}\mu\overline{E_đ}$ và động năng tịnh tiến trung bình $\overline{E_đ} = \frac{3}{2}kT$ để giải bài tập.

2. Năng lực

a. Năng lực chung:

- *Tự chủ và tự học:* Chủ động khám phá mối liên hệ giữa các thông số trạng thái và động năng phân tử qua tư liệu số.
- *Giao tiếp và hợp tác:* Làm việc nhóm để thảo luận về cơ chế gây ra áp suất chất khí.
- *Giải quyết vấn đề và sáng tạo:* Đề xuất giải pháp giải thích các hiện tượng thực tế liên quan đến an toàn bình khí nén.

b. Năng lực số (Tích hợp mã chỉ báo)

- *Khai thác dữ liệu và thông tin số* **(Mã 1.1.NC1b):** Áp dụng kĩ thuật tìm kiếm trên môi trường số để lấy được các video/mô phỏng va chạm phân tử khí và tư liệu về nhà bác học Boltzmann.
- *Quản lí dữ liệu và nội dung số* **(Mã 1.3.NC1a):** Thao tác, tổ chức dữ liệu thông số (p, T, $\overline{E_đ}$) vào bảng tính số để tính toán hằng số Boltzmann và các đại lượng liên quan một cách chính xác.
- *Tương tác thông qua công nghệ số* **(Mã 2.1.NC1a):** Sử dụng các nền tảng học tập số (Quizizz, Kahoot) để tham gia khởi động và luyện tập.
- *Sáng tạo nội dung số* **(Mã 3.1.NC1a):** Thiết kế được các sản phẩm học tập số (Infographic/Slide) giải thích mối quan hệ giữa tốc độ phân tử và áp suất khí.
- *Giải quyết các vấn đề kĩ thuật* **(Mã 5.1.NC1b):** Tự thực hiện các biện pháp khắc phục sự cố kĩ thuật đơn giản khi truy cập mô phỏng hoặc làm bài tập trực tuyến.

c. Năng lực trí tuệ nhân tạo (NLAI)

- NLc - *Kĩ thuật và ứng dụng AI (Lớp 12):* Biết cách đặt *Prompt* phù hợp để yêu cầu AI hỗ trợ tóm tắt các bước chứng minh công thức áp suất hoặc giải thích ý nghĩa hằng số Boltzmann.

- NLb - *Đạo đức AI và kiểm chứng (Lớp 12):* Biết đánh giá độ tin cậy của thông tin vật lí do AI cung cấp (đặc biệt là các hằng số với số mũ lớn) bằng cách đối chiếu trực tiếp với SGK.

- NLa - *Tư duy lấy con người làm trung tâm (Lớp 12):* Nhận thức được vai trò định hướng của con người trong việc xác thực các mô hình toán học và kiểm soát mục tiêu khi sử dụng công cụ AI để giải bài tập phức tạp.

d. Năng lực đặc thù môn học:

- Nhận thức vật lí:

+ Hiểu và phát biểu được các nội dung cơ bản của *mô hình động học phân tử chất khí.*

+ Mô tả và giải thích được *cơ chế gây ra áp suất* của chất khí lên thành bình dựa trên các va chạm đàn hồi của vô số phân tử khí.

+ Viết được hệ thức liên hệ giữa áp suất, mật độ phân tử và động năng tịnh tiến trung bình: $p = \frac{2}{3}\mu\overline{E_đ}$.

+ Nêu được mối liên hệ tỉ lệ thuận giữa *động năng tịnh tiến trung bình* của phân tử khí và nhiệt độ tuyệt đối: $\overline{E_đ} = \frac{3}{2}kT$, đồng thời biết được giá trị và ý nghĩa của *hằng số Boltzmann* $k = 1{,}38.10^{-23}$ J/K.

- Tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí:

+ Dựa trên mô hình động học phân tử để giải thích được các *hiện tượng tự nhiên* liên quan đến áp suất và nhiệt độ, ví dụ: tại sao càng lên cao (như trên đỉnh núi) mật độ không khí càng loãng và nhiệt độ càng giảm dù không khí nóng bốc lên cao.
+ Biết cách phân tích và so sánh các đặc điểm (khối lượng, tốc độ trung bình, động năng trung bình) của *các loại phân tử khí khác nhau* (như N_2, O_2, CO_2) khi ở cùng một nhiệt độ xác định.
+ Sử dụng dữ liệu thực nghiệm để tính toán và kiểm chứng mối liên hệ giữa các thông số trạng thái trong quá trình đẳng tích dựa trên các hệ thức của mô hình động học.

- Vận dụng kiến thức, kĩ năng đã học:

+ Vận dụng thành thạo các biểu thức tính áp suất và động năng để *giải các bài tập định lượng,* chẳng hạn như tính nhiệt độ của khối khí khi biết giá trị động năng tính bằng đơn vị eV hoặc tính áp suất dựa trên mật độ động năng phân tử.
+ Giải thích được nguyên lí và các yếu tố ảnh hưởng đến sự biến đổi áp suất trong các *thiết bị thực tế* và đề xuất được các giải pháp đảm bảo an toàn cho các bình chứa khí hóa lỏng để tránh nguy cơ rò rỉ hoặc cháy nổ.
+ Biết cách sử dụng các công cụ số để tổ chức dữ liệu và tính toán các hằng số vật lí, phục vụ việc phân tích các bài toán phức tạp về chất khí trong đời sống và kĩ thuật.

3. Phẩm chất

- *Chăm chỉ:* Tích cực tìm tòi mô phỏng va chạm và thực hiện nhiệm vụ nhóm.
- *Trung thực:* Khách quan trong việc báo cáo số liệu tính toán và trích dẫn nguồn học liệu số.
- *Trách nhiệm:* Có trách nhiệm trong việc bảo vệ dữ liệu cá nhân khi làm việc trên không gian số của lớp.

II. THIẾT BỊ DẠY HỌC VÀ HỌC LIỆU

1. Giáo viên

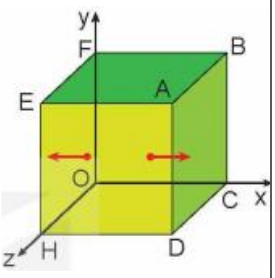
- Bài giảng PowerPoint.
- Video mô phỏng va chạm phân tử khí.
- Phiếu học tập số 1, 2, 3, 4.

HỆ THỐNG CÂU HỎI TRÒ CHƠI KHỞI ĐỘNG

1. Trong phương trình trạng thái của khí lí tưởng thì p là kí hiệu của đại lượng ……
2. …. là tập hợp các nguyên tử hay phân tử trong đó các hạt có thể tự do chuyển động trong không gian.
3. Loại năng lượng vật có được khi chuyển động?
4. ….. là 1 nhóm trung hòa điện tích có nhiều hơn 2 nguyên tử liên kết với nhau bằng các liên kết hóa học
5. Trong phương trình của Boyle, đại lượng nào là hằng số?

PHIẾU HỌC TẬP SỐ 1

Câu 1. Tại sao có thể coi chuyển động của phân tử khí trước và sau khi va chạm với thành bình là chuyển động thẳng đều?



Câu 2. Hãy dựa vào tính chất trên của chuyển động phân tử để tính thời gian Δt giữa hai va chạm liên tiếp của một phân tử lên thành bình ABCD theo l và v.
Từ đó dùng công thức tính xung lượng của lực trong thời gian At (đã học ở lớp 10) để chứng minh:
a) Lực do thành bình ABCD tác dụng lên một phân tử khí có giá trị là $-\frac{mv^2}{l}$, lực do một phần từ khí tác dụng lên thành bình ABCD có gá trị là $+\frac{mv^2}{l}$
b) Áp suất do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD có giá trị là: $p_m=\frac{m}{V}v^2$ với thể tích lượng khí $V=l^3$

PHIẾU HỌC TẬP SỐ 2

Câu 1. Hãy chứng tỏ hệ thức (12.1) phù hợp với định luật Boyle.

Câu 2. Hệ thức (12.2) cho thấy áp suất chất khí tác dụng lên thành bình phụ thuộc vào mật độ phân tử và động năng trung bình của phân tử: Hãy giải thích tại sao.

PHIẾU HỌC TẬP SỐ 3

Câu 1. Hãy dùng các hệ thức (12.2) và (12.3) để giải thích tại sao áp suất trong quá trình đẳng tích của một lượng khí xác định tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

Câu 2: Không khí chứa chủ yếu các phân tử khí nitrogen, oxygen và carbon dioxide. Hãy so sánh khối lượng, tốc độ trung bình, động năng trung bình của các phân tử khí trên trong một phòng có nhiệt độ không đổi.

PHIẾU HỌC TẬP PHẦN LUYỆN TẬP

Câu 1. Tính nhiệt độ của một khối khí để động năng tịnh tiến trung bình của các phần tử khí đó bằng 1,0 eV. Lấy 1 eV = $1{,}6.10^{-19}$ J.

Câu 2. Xét khối khí chứa trong một bình kín, biết mật độ động năng phân tử (tổng động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí trong $1m^3$ thể tích khí) có giá trị 10^{-4} J/m^3. Tính áp suất của khí trong bình.

HỆ THỐNG CÂU HỎI TRÒ CHƠI "NGÔI SAO MAY MẮN"

Câu 1. Động năng trung bình của phân tử có mối quan hệ như thế nào với nhiệt độ tuyệt đối?

Câu 2. Các khí có bản chất khác nhau, khối lượng khác nhau nhưng nhiệt độ như nhau thì động năng trung bình của các phân tử có mối quan hệ như thế nào?

Câu 3. Động năng trung bình của phân tử khí càng lớn thì …. của khí càng ….

Câu 4. Vì $\overline{E_d}$ tỉ lệ thuận với T nên người ta có thể coi nhiệt độ tuyệt đối là …. của phân tử theo một đơn vị khác.

Câu 5. Nêu công thức liên hệ giữa động năng trung bình của phân tử và nhiệt độ?

Câu 6. Hằng số Boltzmann bằng bao nhiêu?

Câu 7. Vì sao áp suất khí tỉ lệ thuận với khối lượng phân tử?

Câu 8. Vì sao áp suất khí tỉ lệ thuận với bình phương tốc độ chuyển động của phân tử.

Câu 9. Áp suất khí có mối qua hệ như thế nào với mật độ phân tử? Giải thích

Câu 10. Vì sao áp suất khí tỉ lệ nghịch với lực liên kết phân tử?

2. Học sinh

- Thiết bị số cá nhân có kết nối Internet.
- Phần mềm bảng tính (Excel/Sheets).
- Ứng dụng thiết kế đồ họa (Canva).

III. TIẾN TRÌNH DẠY HỌC

Hoạt động 1: Mở đầu

a. Mục tiêu:

- Ôn tập và kết nối các kiến thức cốt lõi đã học về thông số trạng thái (áp suất, nhiệt độ), mô hình chất khí và năng lượng (động năng). Nhận biết được tầm quan trọng của việc nghiên cứu mối liên hệ giữa chuyển động phân tử và áp suất đối với an toàn kĩ thuật (phòng chống rò rỉ khí hóa lỏng).

- Về năng lực số:

+ Tương tác thông qua công nghệ số **(Mã 2.1.NC1a):** Học sinh sử dụng thiết bị số cá nhân (điện thoại/laptop) để tham gia tương tác trực tiếp trong môi trường học tập số thông qua trò chơi trực tuyến.

+ *Khai thác dữ liệu và thông tin số* **(Mã 1.1.NC1a):** Xác định nhanh nhu cầu thông tin từ các câu hỏi gợi ý để truy xuất chính xác các khái niệm vật lí cũ nhằm giải mã ô chữ.
+ *Giải quyết các vấn đề kĩ thuật* **(Mã 5.1.NC1b):** Tự áp dụng các giải pháp xử lí sự cố đơn giản (như làm mới trang, kiểm tra lại kết nối) nếu gặp trục trặc kĩ thuật trong quá trình tham gia hoạt động số.

- Về năng lực trí tuệ nhân tạo (NLAI):

+ Mã NLa *(Tư duy lấy con người làm trung tâm):* Nhận thức được vai trò định hướng của con người trong việc thiết lập mục tiêu và nền tảng tư duy vật lí trước khi sử dụng các công cụ công nghệ hỗ trợ.
+ Mã NLc *(Kĩ thuật và ứng dụng AI):* Hiểu sơ lược khả năng xử lí dữ liệu cực nhanh của AI so với con người nhưng vẫn cần con người kiểm soát mục tiêu.

b. Nội dung:

- Học sinh tham gia trò chơi tương tác số mang tên *"Ai tinh mắt"*. Nhiệm vụ của học sinh là tìm ra *5 từ khóa* quan trọng được ẩn giấu trong bảng ô chữ (9 hàng ngang x 9 hàng dọc) trong thời gian 2 phút.

- Hệ thống câu hỏi gợi ý để tìm từ khóa:

1. Kí hiệu ***p*** trong phương trình trạng thái? (Đáp án: *ÁP SUẤT*)
2. Tập hợp các hạt có thể tự do chuyển động trong không gian? (Đáp án: *CHẤT KHÍ*)
3. Loại năng lượng vật có được do chuyển động? (Đáp án: *ĐỘNG NĂNG*)
4. Nhóm trung hòa điện tích gồm các nguyên tử liên kết với nhau? (Đáp án: *PHÂN TỬ*)
5. Đại lượng được giữ không đổi trong định luật Boyle? (Đáp án: *NHIỆT ĐỘ*)

- Từ đó, học sinh kết nối các từ khóa để gọi tên chủ đề bài học: *"Áp suất, động năng của phân tử khí"*.

c. Sản phẩm:

- Kết quả giải mã chính xác 5 từ khóa vật lí trên hệ thống số.
- Học sinh nhận thức được vấn đề cần nghiên cứu: Tại sao va chạm của các phân tử khí siêu nhỏ lại có thể gây ra áp suất kinh khủng dẫn đến các sự cố cháy nổ (như vụ cháy khí hóa lỏng tại vịnh Mexico năm 2021)?.

d. Tổ chức thực hiện

Bước thực hiện	Nội dung các bước
Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập	- GV phổ biến luật chơi "Ai tinh mắt" trên màn hình lớn. - GV gửi đường link hoặc mã QR truy cập hệ thống tương tác (như Wordwall hoặc PowerPoint tích hợp) cho HS. - *Nhiệm vụ số* **(Mã 2.1.NC1a):** Yêu cầu HS sử dụng thiết bị cá nhân để đăng nhập và chuẩn bị phản xạ tìm từ khóa trong 2 phút. - *Tích hợp NLAI* **(NLa):** GV gợi mở: *"Các hệ thống AI ngày nay có thể tìm ra các từ khóa này trong 1 giây, nhưng các em hãy dùng tư duy vật lí của mình để thiết lập nền tảng kiến thức trước khi công nghệ hỗ trợ nhé"*.
Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập	- *HS* **(Mã 1.1.NC1a):** HS đọc câu hỏi gợi ý, truy xuất kiến thức cũ để xác định từ cần tìm trong bảng chữ. - *HS* **(Mã 5.1.NC1b):** Trong quá trình chơi, nếu gặp lỗi trình duyệt hoặc mất tín hiệu mạng, HS tự thực hiện tải lại trang hoặc kiểm tra kết nối để tiếp tục nhiệm vụ. - GV quan sát tiến độ hoàn thành của các nhóm qua màn hình điều khiển kĩ thuật số.
Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận	- Hệ thống số tự động tổng kết đáp án và hiển thị bảng xếp hạng các cá nhân/nhóm nhanh nhất. - Một nhóm trình bày cách kết nối 5 từ khóa thành chủ đề bài học. ***Đáp án trò chơi "Ai tinh mắt"*** ***1.*** *Trong phương trình trạng thái của khí lí tưởng thì p là kí hiệu của đại lượng ÁP SUẤT* ***2.*** *CHẤT KHÍ là tập hợp các nguyên tử hay phân tử trong đó các hạt có thể tự do chuyển động trong không gian.*

	3. *ĐỘNG NĂNG là năng lượng vật có được khi chuyển động* ***4.*** *PHÂN TỬ là 1 nhóm trung hòa điện tích có nhiều hơn 2 nguyên tử liên kết với nhau bằng các liên kết hóa học* ***5.*** *Trong phương trình của Boyle NHIỆT ĐỘ là hằng số* *- Chủ đề bài học "ÁP SUẤT, ĐỘNG NĂNG CỦA PHÂN TỬ KHÍ"* - ***Thảo luận AI*** **(NLc):** GV đặt câu hỏi: *"Nếu AI nhận diện hình ảnh vụ cháy khí nén, theo các em AI dựa vào đặc trưng nào để biết đây là hệ quả của áp suất cao?"*. - HS khác nhận xét về các khái niệm (ví dụ: đơn vị áp suất là Pa, động năng tính theo Jun).
Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập	- GV tổng kết trò chơi, tuyên dương sự chủ động của HS trong môi trường số. - *Dẫn dắt vào bài mới:* GV trình chiếu hình ảnh vụ cháy khí rò rỉ tại vịnh Mexico (01/07/2021) và nêu vấn đề: "Chính chuyển động của phân tử đã gây ra áp suất lên thành bình. Vậy mối liên hệ định lượng giữa chúng là gì? Chúng ta vào Bài 12".

Hoạt động 2: Hình thành kiến thức

Hoạt động 2.1: Tìm hiểu tác dụng của một phân tử khí lên thành bình

a. Mục tiêu:

- Mô tả được mô hình chuyển động của một phân tử khí trong bình lập phương cạnh l.
- Vận dụng các định luật cơ học Newton để tính được độ biến thiên động lượng, xung lượng của lực và áp suất do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ($p_m = \frac{m}{V}v^2$).

- Về năng lực số:

+ *Khai thác dữ liệu và thông tin số* **(Mã 1.1.NC1b):** Áp dụng được kĩ thuật tìm kiếm để lấy được các video mô phỏng va chạm đàn hồi của phân tử khí nhằm trực quan hóa quá trình truyền động lượng.

+ *Hợp tác thông qua công nghệ số* **(Mã 2.4.NC1a):** Sử dụng các công cụ cộng tác trực tuyến (như Google Jamboard hoặc Padlet) để cùng xây dựng các bước chứng minh công thức theo nhóm.

+ *Sáng tạo nội dung số* **(Mã 3.1.NC1a):** Áp dụng được các công cụ số (phần mềm vẽ hình hoặc soạn thảo công thức) để trình bày sơ đồ va chạm và hệ thức toán học một cách khoa học.

+ *Giải quyết các vấn đề kĩ thuật* **(Mã 5.1.NC1b):** Tự áp dụng các giải pháp xử lí khi gặp sự cố phần mềm bảng trắng hoặc lỗi kết nối trong quá trình thảo luận nhóm trực tuyến.

- Năng lực AI (NLAI):

+ *Kĩ thuật đặt Prompt* **(Mã NLc - Lớp 12):** Biết cách đặt câu lệnh (*Prompt*) phù hợp để yêu cầu AI hỗ trợ tóm tắt quy trình chứng minh hoặc giải thích cơ chế vi mô của lực va chạm.

+ *Đạo đức AI và kiểm chứng* **(Mã NLb):** Biết đánh giá độ tin cậy của các bước biến đổi công thức do AI cung cấp bằng cách đối chiếu trực tiếp với các định luật Newton trong sách giáo khoa.

+ *Tư duy lấy con người làm trung tâm* **(Mã NLa):** Nhận thức được kiến thức vật lí của con người là nền tảng để xác thực các mô hình toán học và kiểm soát mục tiêu khi dùng AI hỗ trợ giải quyết vấn đề phức tạp.

b. Nội dung:

- Học sinh thảo luận nhóm nghiên cứu mô hình: Xét một lượng khí gồm phân tử trong bình lập phương cạnh . Một phân tử khối lượng chuyển động thẳng đều với tốc độ va chạm đàn hồi trực diện với thành bình ABCD.
- HS phối hợp hoàn thành *Phiếu học tập số 1* để giải quyết các nhiệm vụ.
- Tương tác với trợ lí AI để làm rõ khái niệm xung lượng của lực và kiểm chứng kết quả biến đổi.

c. Sản phẩm:

I. Áp suất khí theo mô hình động học phân tử

1. Tác dụng của một phân tử khí lên thành bình

Như vậy vận dụng các định luật cơ học Newton vào mô hình khí lí tưởng có thể xác định được áp suất của một phân tử khí tác dụng lên thành bình là:

$$p_m = \frac{m}{V} v^2$$

Chú ý về các kí hiệu:

+ Động lượng kí hiệu là $\vec{p}$.

+ Áp suất của một lượng khí kí hiệu là p.

+ Áp suất của một phân tử khí kí hiệu là p_m

d. Tổ chức thực hiện

Bước thực hiện	Nội dung các bước
Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập	- GV dẫn dắt từ tình huống mở đầu: "Làm thế nào va chạm phân tử lại tạo ra áp suất?". - GV cung cấp link video mô phỏng va chạm phân tử và yêu cầu HS quan sát (**Mã 1.1.NC1b**). - GV chia nhóm 4-6 HS, gửi link bảng trắng số (Jamboard/Padlet) yêu cầu HS thảo luận hoàn thành các câu hỏi trong *Phiếu học tập số 1* (**Mã 2.4.NC1a**). - ***Tích hợp NLAI* (NLc):** GV gợi ý Prompt: *"Hãy tóm tắt quy trình 3 bước dùng định luật II Newton để tính lực va chạm của một phân tử khí lên thành bình"*.
Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập	- *HS* **(Mã 1.1.NC1b):** Quan sát kĩ mô phỏng để nhận diện tính chất va chạm đàn hồi và sự thay đổi hướng của vận tốc. - *HS* **(Mã 2.4.NC1a, 3.1.NC1a):** Nhóm HS cùng ghi chép, vẽ sơ đồ và thực hiện các bước biến đổi đại số trực tiếp trên không gian số để tính. - **NLAI (NLb, NLa):** HS sử dụng AI để kiểm tra xem hệ thức $F = \frac{\Delta_p}{\Delta_t}$ mà AI gợi ý có khớp với logic bài toán hay không; đối chiếu đơn vị của áp suất để xác nhận tính chính xác. - *HS* **(Mã 5.1.NC1b):** Nếu công cụ Jamboard bị treo, HS tự chủ động refresh trang hoặc chuyển sang dùngcông cụ thay thế (như Sketchpad) để tiếp tục nhiệm vụ. - GV theo dõi và hỗ trợ HS xác định diện tích thành bình $a = l^2$ và thể tích $V = l^3$.
Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận	- *HS* **(Mã 2.2.NC1a):** Đại diện các nhóm chia sẻ màn hình bài làm hoặc gửi link sản phẩm số lên group lớp. - Một nhóm trình bày logic: Từ định luật II Newton => Lực F => Định nghĩa áp suất $p_m = F/A$. - ***Thảo luận AI* (NLa):** GV đặt câu hỏi: *"Nếu AI khẳng định tốc độ phân tử bị giảm sau va chạm với thành bình, em dùng đặc điểm nào của khí lí tưởng để phản biện AI?"* (Va chạm hoàn toàn đàn hồi). - HS các nhóm khác phản biện: "Tại sao thời gian va chạm lại lấy là 2l/v?" (Vì phân tử phải đi hết quãng đường để quay lại va chạm lần tiếp theo). ***Kết quả phiếu học tập số 1*** ***Câu 1.*** *- Khoảng thời gian va chạm rất ngắn: Khi va chạm với thành bình, phân tử khí chỉ tương tác với thành bình trong một khoảng thời gian rất ngắn. Trong khoảng thời gian này, lực tác dụng lên phân tử khí rất lớn, nhưng thời gian tác dụng quá ngắn nên không ảnh hưởng đáng kể đến vận tốc của phân tử.* *- Chuyển động của phân tử khí giữa hai lần va chạm là chuyển động thẳng đều: Sau khi va chạm với thành bình, phân tử khí sẽ tiếp tục chuyển động theo đường thẳng với vận tốc không đổi cho đến khi va chạm với thành bình tiếp theo hoặc với một phân tử khí khác.* ***Câu 2.*** *Thời gian va chạm giữa hai lần va chạm liên tiếp của một phân tử:*

	$$\Delta t=\frac{s}{v}=\frac{2l}{v}$$ ***a)*** *Lực do thành bình ABCD tác dụng lên một phân tử khí và lực do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD:* *- Theo định luật III Newton, hai lực này có cùng độ lớn và ngược chiều nhau.* *- Lực do thành bình ABCD tác dụng lên một phân tử khí được gọi là lực phản xạ.* *- Lực do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD được gọi là áp suất.* ***b)*** *Áp suất do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD:* *Áp suất được định nghĩa là lực tác dụng lên một đơn vị diện tích.* *Lực do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD là* $F=\frac{mv}{\Delta t}$ *Diện tích bị tác dụng là diện tích một cạnh của hình vuông ABCD,* $A = l^2$. *Do đó, áp suất do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD là:* $$p_m=\frac{F}{A}=\frac{\frac{mv}{\Delta t}}{l^2}=\frac{mv}{2l}$$ $$pV=nRT=\frac{N}{N_A}RT\rightarrow V=\frac{NRT}{p}$$ $$\rightarrow p_m=m\frac{RT}{p}.\frac{v}{2l}=\frac{m}{V}v^2$$ - Học sinh các nhóm khác thảo luận, nhận xét, bổ sung và sửa lỗi về câu trả lời của nhóm đại diện.
Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập	- GV đánh giá khả năng vận dụng cơ học vào nhiệt học và kĩ năng thao tác trên môi trường số của HS. - *Chốt kiến thức:* Áp suất do một phân tử khí tác dụng lên thành bình tỉ lệ thuận với khối lượng và bình phương tốc độ phân tử, tỉ lệ nghịch với thể tích bình chứa: $p_m=\frac{m}{V}v^2$. - GV lưu ý về các kí hiệu: p (áp suất lượng khí), p (động lượng) và p_m (áp suất một phân tử) để tránh nhầm lẫn.

Hoạt động 2.2: Tìm hiểu về tác dụng của N phân tử khí lên thành bình

a. Mục tiêu:

- Giải thích được tại sao khi xét số lượng phân tử N vô cùng lớn chuyển động hỗn loạn, ta có thể coi số phân tử chuyển động theo một phương nhất định (như Ox) là N/3.
- Thiết lập được biểu thức tính áp suất của khối khí tác dụng lên thành bình: $p=\frac{1}{3}\frac{N}{V}\overline{mv^2}$ và hệ thức liên hệ với động năng tịnh tiến trung bình: $p=\frac{2}{3}\mu\overline{E_đ}$.

- Về năng lực số:

+ Quản lí dữ liệu và nội dung số **(Mã 1.3.NC1a):** Học sinh biết thao tác, tổ chức và sắp xếp dữ liệu về tốc độ của các phân tử (v_1, v_2,...,v_n) vào bảng tính số (Excel/Google Sheets) để tính toán đại lượng "trung bình của các bình phương tốc độ" $\overline{v^2}$ một cách nhanh chóng và chính xác.

+ Hợp tác thông qua công nghệ số **(Mã 2.4.NC1a):** Sử dụng các công cụ cộng tác trực tuyến (như Google Jamboard, Padlet) để cùng xây dựng sơ đồ phân tích các hướng chuyển động và các bước thiết lập công thức theo nhóm.

+ Sáng tạo nội dung số **(Mã 3.1.NC1a):** Áp dụng được các cách tạo và chỉnh sửa nội dung số để trình bày bài giải thiết lập hệ thức áp suất dưới dạng một poster điện tử hoặc slide tóm tắt.

- Năng lực trí tuệ nhân tạo (NLAI):

+ *Kĩ thuật đặt Prompt* **(Mã NLc - Lớp 12):** Biết cách đặt *Prompt* phù hợp để yêu cầu AI hỗ trợ tóm tắt sự khác biệt giữa "bình phương tốc độ trung bình" và "trung bình bình phương tốc độ" hoặc giải thích hệ số .
+ *Đạo đức AI và kiểm chứng* **(Mã NLb):** Đánh giá tính xác thực của các giải thích từ AI bằng cách đối chiếu với mô hình động học phân tử trong SGK.
+ *Tư duy lấy con người làm trung tâm* **(Mã NLa):** Nhận thức được kiến thức vật lí là nền tảng để xác thực tính chính xác của các mô hình toán học mà AI đề xuất.

b. Nội dung:

- Học sinh thảo luận nhóm dựa trên kết quả của Hoạt động 2.1 (áp suất của 1 phân tử $p_m = \frac{m}{V}v^2$) để mở rộng cho N phân tử.
- Phân tích khái niệm mật độ phân tử $\mu=\frac{N}{V}$ và động năng tịnh tiến trung bình $\overline{E_đ}=\frac{1}{2}m\overline{v^2}$.
- Phối hợp hoàn thành *Phiếu học tập số 2* với các nhiệm vụ:

1. Giải thích sự bình đẳng giữa các hướng Ox, Oy, Oz để rút ra con số 1/3.

2. Sử dụng bảng tính để thực hành tính $\overline{v^2}$ cho một tập hợp phân tử giả định.

3. Chứng minh hệ thức $p=\frac{2}{3}\mu\overline{E_đ}$.

c. Sản phẩm:

2. Tác dụng của N phân tử khí lên thành bình

Trung bình mỗi phân tử tác dụng lên thành bình một áp suất $\overrightarrow{p_m}=\frac{m}{V}\overrightarrow{v^2}$ trong đó:

$$\overline{v^2}=\frac{(v_1^2+v_2^2+\ldots+v_n^2)}{n}$$

Đại lượng này được gọi là "trung bình của các bình phương tốc độ".

Công thức tính áp suất của khí trong bình tác dụng lên thành bình ABCD:

$$p=\frac{N}{3}\overline{p_m}=\frac{1}{3}\frac{Nm}{V}\overline{v^3}$$

Trong đó N/V là số phân tử có trong một đơn vị thể tích, gọi là mật độ phân tử. Nếu kí hiệu mật độ phân tử là μ, động năng trung bình của phân tử là $\overline{E_đ}=\frac{m\overline{v^2}}{2}$ và thay $\overline{E_đ}$ vào ta được:

$$p=\frac{2}{3}\mu\overline{E_đ}$$

d. Tổ chức thực hiện

Bước thực hiện	**Nội dung các bước**
Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập	- GV dẫn dắt: "Trong bình có vô số phân tử chuyển động hỗn loạn. Làm thế nào để tổng hợp tác dụng của tất cả chúng?". - GV chia lớp thành 4 nhóm, cung cấp link không gian làm việc số (Jamboard/Padlet). - *Nhiệm vụ số* **(Mã 1.3.NC1a):** GV gửi tệp dữ liệu giả lập về tốc độ của 10 phân tử khí và yêu cầu HS sử dụng bảng tính để xác định $\overline{v^2}$. - ***Tích hợp NLAI*** **(NLc):** GV gợi ý Prompt: *"Hãy tóm tắt sự khác biệt giữa 'bình phương vận tốc trung bình' và 'trung bình của các bình phương vận tốc' trong vật lí nhiệt"* để HS lấy tư liệu tính toán.
Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập	- *HS* **(Mã 1.3.NC1a):** Các nhóm nhập hàm trong bảng tính để tính trung bình các bình phương tốc độ, nhận thức được sự khác biệt giữa "bình phương tốc độ trung bình" và "trung bình bình phương tốc độ". - *HS* **(Mã 2.4.NC1a):** Nhóm HS thảo luận trực tuyến, vẽ sơ đồ 3 trục tọa độ Ox, Oy, Oz để minh họa tại sao chỉ có N/3 phân tử gây áp suất lên một mặt bình. - ***Kiểm chứng AI*** **(NLb):** HS yêu cầu AI chứng minh hệ thức áp suất, sau đó

	đối chiếu từng bước với SGK để phát hiện các lỗi sai kí hiệu (*p* động lượng với *p* áp suất). - GV theo dõi tiến độ các nhóm trên màn hình điều khiển, hỗ trợ HS thay $\overline{E_đ}$ vào công thức áp suất.
Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận	- *HS* **(Mã 2.2.NC1a):** Đại diện các nhóm chia sẻ link Padlet hoặc trình chiếu slide kết quả thiết lập công thức (**Mã 3.1.NC1a**). - Một nhóm trình bày logic: Từ p_m cho 1 phân tử -> Tổng hợp N phân tử -> Chia 3 hướng -> Thay mật độ μ và động năng $\overline{E_đ}$. - HS các nhóm khác thảo luận: "Tại sao áp suất tỉ lệ thuận với mật độ phân tử?" (Vì mật độ tăng làm số va chạm trong một đơn vị thời gian tăng). ***Đáp án phiếu học tập số 2*** ***Câu 1.*** *Áp suất và thể tích của một lượng khí nhất định tỉ lệ nghịch với nhau khi nhiệt độ không đổi vì các mặt của hình lập phương là bình đẳng nên áp suất tác dụng lên các mặt như nhau* ***Câu 2.*** *- Khi mật độ phân tử tăng, số lượng phân tử va chạm với thành bình trong một đơn vị thời gian tăng, dẫn đến áp suất tăng.* *- Khi động năng trung bình tăng, lực va chạm của các phân tử khí với thành bình tăng, dẫn đến áp suất tăng.* - Học sinh các nhóm khác thảo luận, nhận xét, bổ sung và sửa lỗi về câu trả lời của nhóm đại diện.
Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập	- GV đánh giá sự thành thạo trong việc quản lí dữ liệu bảng tính và khả năng phối hợp nhóm trên môi trường số. - *Chốt kiến thức:* (1) Công thức $p=\frac{2}{3}\mu\overline{E_đ}$; (2) Ý nghĩa mật độ phân tử μ. - GV nhấn mạnh: Áp suất khí tỉ lệ thuận với mật độ phân tử và động năng tịnh tiến trung bình của phân tử. - HS lưu trữ poster công thức số vào thư viện học tập của lớp.

Hoạt động 2.3: Tìm hiểu mối quan hệ giữa động năng phân tử và nhiệt độ

a. Mục tiêu:

- Từ hệ thức áp suất khí theo mô hình động học phân tử và phương trình trạng thái khí lí tưởng, thiết lập được công thức liên hệ giữa động năng tịnh tiến trung bình và nhiệt độ tuyệt đối: $\overline{E_đ}=\frac{3}{2}kT$.
- Nêu được giá trị và ý nghĩa của *hằng số Boltzmann* K = $1{,}38.10^{-23}$ J/K.
- Giải thích được nhiệt độ tuyệt đối chính là số đo động năng tịnh tiến trung bình của phân tử.

- Về năng lực số:

+ *Quản lí dữ liệu và nội dung số* **(Mã 1.3.NC1a):** Học sinh biết thao tác, tổ chức dữ liệu về các hằng số vật lí (R, N_A) vào bảng tính số (Excel/Google Sheets) để tính toán chính xác hằng số Boltzmann và truy xuất kết quả dễ dàng.

+ *Khai thác dữ liệu và thông tin số* **(Mã 1.1.NC1b):** Áp dụng được kĩ thuật tìm kiếm trên môi trường số để lấy tư liệu về tiểu sử và những đóng góp khoa học của nhà bác học Ludwig Boltzmann.

+ *Sáng tạo nội dung số* **(Mã 3.1.NC1a):** Sử dụng các công cụ số (phần mềm đồ thị hoặc slide) để tạo ra các biểu đồ trực quan thể hiện sự phụ thuộc tuyến tính của động năng phân tử vào nhiệt độ.

+ *Giải quyết các vấn đề kĩ thuật* **(Mã 5.1.NC1b):** Tự áp dụng các giải pháp xử lí khi gặp sự cố phần mềm tính toán hoặc lỗi hiển thị công thức trên môi trường số.

- Năng lực trí tuệ nhân tạo (NLAI):

+ *Kĩ thuật đặt Prompt* **(Mã NLc - Lớp 12):** Biết cách đặt câu lệnh (*Prompt*) phù hợp để yêu cầu AI hỗ trợ tóm tắt ý nghĩa vật lí của hằng số *k* hoặc giải thích tại sao ở cùng nhiệt độ, các khí khác nhau có động năng trung bình như nhau.

+ *Đạo đức AI và kiểm chứng* **(Mã NLb - Lớp 12):** Biết đánh giá độ tin cậy của thông tin do AI cung cấp (đặc biệt là các hằng số với số mũ 10^{-23}) bằng cách đối chiếu trực tiếp với hằng số chuẩn trong SGK.
+ *Tư duy lấy con người làm trung tâm* **(Mã NLa - Lớp 12):** Nhận thức được rằng kiến thức vật lí là nền tảng để xác thực tính chính xác của các mô hình toán học và kết quả tính toán mà AI cung cấp.

b. Nội dung:

- Học sinh thực hiện nhiệm vụ thảo luận nhóm để thiết lập hệ thức toán học dựa trên các gợi ý của giáo viên.
- Sử dụng thiết bị số cá nhân để tra cứu và tính toán hằng số Boltzmann.
- Hoàn thành *Phiếu học tập số 3* bao gồm việc giải thích tại sao áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ trong quá trình đẳng tích và so sánh động năng trung bình của các loại khí khác nhau (N_2, O_2, CO_2) ở cùng nhiệt độ.

c. Sản phẩm:

II. Động năng phân tử

- Liên hệ giữa động năng trung bình của phân tử và nhiệt độ: $\overline{E_đ}=\frac{2}{3}kT$
- Động năng trung bình của phân tử tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối
- k là hằng số Boltamann: k = $1{,}38.10^{-23}$ J/K.

+ Các khí có bản chất khác nhau, khối lượng khác nhau nhưng nhiệt độ như nhau thì động năng trung bình của các phân tử bằng nhau.
+ Động năng trung bình của phân tử khí càng lớn thì nhiệt độ của khí càng cao.
+ Vì $\overline{E_đ}$ tỉ lệ thuận với T nên người ta có thể coi nhiệt độ tuyệt đối là số đo động năng trung bình của phân tử theo một đơn vị khác.

d. Tổ chức thực hiện

Bước thực hiện	Nội dung các bước
Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập	- GV dẫn dắt: "Nhiệt độ ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ phân tử. Vậy mối liên hệ định lượng giữa năng lượng chuyển động và nhiệt độ là gì?". - GV yêu cầu HS kết hợp hệ thức pV = nRT và $p=\frac{2}{3}\mu\overline{E_đ}$ để tìm biểu thức của $\overline{E_đ}$ theo T. - *Nhiệm vụ số* **(Mã 1.1.NC1b):** Giao HS tìm kiếm nhanh thông tin: "Tại sao hằng số k lại được đặt tên là Boltzmann?". ***- Tích hợp NLAI* (NLc):** GV gợi ý HS đặt Prompt: *"Hãy giải thích ý nghĩa vật lí của hằng số Boltzmann k và cho biết tại sao nó được coi là cầu nối giữa thế giới vi mô và vĩ mô".*
Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập	- *HS* **(Mã 1.3.NC1a):** Các nhóm sử dụng bảng tính điện tử, nhập các giá trị hằng số R = 8,31 *J/molK* và N_A = $6{,}02.10^{23}$ hạt/*mol* để thực hiện phép tính xác định hằng số *k*. - *HS* **(Mã 3.1.NC1a):** HS vẽ đồ thị $E_đ$(T) trên ứng dụng (như Desmos hoặc Excel) để thấy đường biểu diễn đi qua gốc tọa độ. - *HS* **(Mã 5.1.NC1b):** Nếu gặp lỗi định dạng số mũ lớn trong bảng tính, HS tự tìm cách điều chỉnh định dạng ô (format cell) để hiển thị đúng kết quả. ***- Kiểm chứng AI* (NLb, NLa):** HS đối chiếu hằng số *k* từ AI với giá trị $1{,}38.10^{-23}$ J/K trong SGK. Nhóm thảo luận: *"Nếu AI cung cấp hằng số k sai đơn vị, em dùng kiến thức nào để hiệu chỉnh mục tiêu cho AI?".*
Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận	- *HS* **(Mã 2.2.NC1a):** Đại diện các nhóm chia sẻ ảnh chụp màn hình bảng tính và đồ thị số lên không gian học tập chung của lớp (Padlet/LMS). - Một nhóm trình bày kết quả tra cứu về Boltzmann và ý nghĩa của việc coi nhiệt độ tuyệt đối là số đo động năng trung bình. - Các nhóm khác thảo luận câu 2 PHT số 3: "Tại sao khí nặng như CO_2 lại có

	động năng bằng khí nhẹ như N_2 ở cùng nhiệt độ?". ***Kết quả phiếu học tập số 3*** ***Câu 1.*** *Khi nhiệt độ tăng, động năng trung bình của các phân tử khí tăng theo. Do đó, lực va chạm của các phân tử khí với thành bình tăng, dẫn đến áp suất tăng.* ***Câu 2.*** *Khối lượng: $N_2 > O_2 > CO_2$* *Tốc độ trung bình: $CO_2 > O_2 > N_2$* *Động năng trung bình: $O_2 > N_2 > CO_2$* - ***Thảo luận AI* (NLa):** GV đặt câu hỏi: *"Dựa vào kết quả đồ thị, nếu AI dự báo động năng phân tử bằng 0 khi nhiệt độ là 0 độ C, em dùng kiến thức về thang Kelvin nào để phản biện?"*. - Học sinh các nhóm khác thảo luận, nhận xét, bổ sung và sửa lỗi về câu trả lời của nhóm đại diện.
Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập	- GV đánh giá kĩ năng biến đổi toán học và năng lực quản lí dữ liệu trên môi trường số của HS. - *Chốt kiến thức:* (1) Công thức $\overline{E_đ}=\frac{3}{2}kT$; (2) Hằng số Boltzmann k = $1{,}38.10^{-23}$ J/K; (3) Nhiệt độ càng cao, phân tử chuyển động càng nhanh. - HS lưu trữ file bảng tính và các đoạn Prompt hiệu quả vào thư mục học tập cá nhân.

Hoạt động 3: Luyện tập

a. Mục tiêu:

- Hệ thống hóa kiến thức về công thức tính áp suất chất khí $p=\frac{2}{3}\mu\overline{E_đ}$ và hệ thức liên hệ giữa động năng tịnh tiến trung bình với nhiệt độ tuyệt đối $\overline{E_đ}=\frac{3}{2}kT$. Vận dụng thành thạo các biểu thức này để giải quyết các bài tập định lượng và định tính đơn giản liên quan đến mô hình động học phân tử.

- Về năng lực số:

+ Tương tác thông qua công nghệ số **(Mã 2.1.NC1a):** Học sinh sử dụng các thiết bị số cá nhân để tham gia tương tác trực tiếp trong môi trường học tập thông qua trò chơi trực tuyến.

+ Quản lí dữ liệu và nội dung số **(Mã 1.3.NC1a):** Biết cách thao tác, tổ chức và sắp xếp các hằng số vật lí (k, R, N_A) và dữ liệu bài toán vào các công cụ tính toán số (máy tính online/bảng tính) để truy xuất kết quả chính xác, tránh sai sót khi xử lí số mũ lớn.

+ Giải quyết các vấn đề kĩ thuật **(Mã 5.1.NC1b):** Tự xác định và áp dụng các biện pháp khắc phục sự cố kĩ thuật đơn giản (như lỗi tải trang trò chơi, mất kết nối thiết bị) phát sinh trong quá trình luyện tập.

- Về năng lực AI (NLAI):

+ Mã NLc *(Kỹ thuật và ứng dụng AI - Lớp 12):* Biết cách đặt *Prompt* phù hợp để yêu cầu AI hỗ trợ tóm tắt các bước giải bài tập phức tạp hoặc giải thích mối quan hệ giữa nhiệt độ và động năng.

+ Mã NLb *(Đạo đức AI và kiểm chứng):* Đánh giá độ tin cậy của thông tin vật lí do AI cung cấp bằng cách đối chiếu trực tiếp với các hằng số chuẩn và công thức trong sách giáo khoa.

+ Mã NLa *(Tư duy lấy con người làm trung tâm):* Nhận thức được vai trò định hướng của con người trong việc thiết lập mục tiêu cho công cụ AI; biết dùng kiến thức vật lí để xác thực các kết quả tính toán mà công nghệ hỗ trợ.

b. Nội dung:

- Học sinh thực hiện nhiệm vụ cá nhân/nhóm để hoàn thành *Phiếu học tập phần Luyện tập* gồm 2 bài toán định lượng trọng tâm.
- Tham gia trò chơi tương tác số mang tên *"Ngôi sao may mắn"* với hệ thống câu hỏi trắc nghiệm về mối quan hệ giữa áp suất, mật độ phân tử và hằng số Boltzmann.

c. Sản phẩm:

- Kết quả trả lời chính xác các câu hỏi luyện tập và bảng xếp hạng trên hệ thống số.
- Hồ sơ lời giải số (file bảng tính hoặc ảnh chụp bài làm) được lưu trữ trong thư mục học tập cá nhân.

- Bản ghi nhận thức: Danh sách các đoạn Prompt hiệu quả đã dùng và kết quả kiểm chứng logic vật lí sau khi tương tác với AI.

d. Tổ chức thực hiện:

Bước thực hiện	Nội dung các bước
Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập	- GV hệ thống nhanh các công thức cốt lõi của bài 12 trên màn hình. - GV gửi mã phòng hoặc link trò chơi "Ngôi sao may mắn" cho cả lớp. - ***Tích hợp NLAI* (NLc):** GV gợi ý HS đặt Prompt: *"Hãy tóm tắt quy trình đổi đơn vị từ eV sang Joule và các bước tính nhiệt độ tuyệt đối từ động năng trung bình".* ***Đáp án*** ***Câu 1.*** *Tỉ lệ thuận* ***Câu 2.*** *Bằng nhau* ***Câu 3.*** *nhiệt độ; cao* ***Câu 4.*** *số đo động năng trung bình* ***Câu 5.*** $\overline{E_đ}=\frac{2}{3}kT$ ***Câu 6.*** $k = 1{,}38.10^{-23}$ *J/K* ***Câu 7.*** *Khi khối lượng phân tử tăng, các phân tử khí sẽ có động năng lớn hơn khi va chạm với thành bình, dẫn đến áp suất lên thành bình tăng.* ***Câu 8.*** *Khi tốc độ chuyển động của phân tử tăng, số lần va chạm và lực va chạm của phân tử với thành bình tăng, dẫn đến áp suất tăng.* ***Câu 9.*** *Khi mật độ phân tử tăng, số lượng phân tử trong một đơn vị thể tích tăng, dẫn đến số lần va chạm với thành bình tăng và áp suất tăng.* ***Câu 10.*** *Khi lực liên kết phân tử yếu, các phân tử dễ dàng di chuyển và va chạm với thành bình hơn, dẫn đến áp suất tăng.* - *Nhiệm vụ* **(Mã 2.1.NC1a):** Yêu cầu HS đăng nhập thiết bị sẵn sàng tương tác; đồng thời nhận Phiếu học tập số 4.
Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập	- *HS* **(Mã 1.3.NC1a):** HS giải bài tập trong phiếu. GV khuyến khích HS sử dụng ứng dụng ghi chú hoặc bảng tính để tổ chức dữ liệu các hằng số (như hằng số Boltzmann k), giúp việc thay số và tính toán chính xác hơn. - *HS* **(Mã 5.1.NC1b):** Trong quá trình chơi game, nếu gặp lỗi mạng, HS chủ động làm mới trang hoặc chuyển sang mạng dự phòng để không gián đoạn. - ***Kiểm chứng AI* (NLb, NLa):** HS đối chiếu kết quả tính toán từ AI với giá trị chuẩn trong SGK để phát hiện các sai sót về hằng số hay đơn vị đo. - GV quan sát, hỗ trợ các nhóm xử lí đơn vị eV sang J.
Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận	- *HS* **(Mã 2.2.NC1a):** Đại diện HS chia sẻ ảnh chụp bài giải Câu 1, Câu 2 lên Padlet hoặc màn hình lớp. - Một nhóm trình bày lí do tại sao ở cùng nhiệt độ, các khí khác nhau (N_2, O_2, CO_2) lại có động năng trung bình bằng nhau. ***Câu hỏi:*** *Không khí nóng sẽ bốc lên cao, tuy nhiên khi đứng trên đỉnh núi cao ta lại thấy lạnh hơn so với khi ở chân núi. Hãy giải thích điều này?*  ***Trả lời:*** *- Nhiệt độ không khí giảm dần theo độ cao:* ➢ *Khi độ cao tăng, mật độ không khí giảm.* ➢ *Càng lên cao, mật độ không khí càng loãng, dẫn đến khả năng giữ nhiệt kém hơn.* ➢ *Trung bình, cứ lên cao 100m, nhiệt độ giảm 0,6°C.*

	- Núi cao cản trở sự di chuyển của hơi nước khiến cho nhiệt độ ở đỉnh núi thấp hơn. *- Gió: Gió thường mạnh hơn ở độ cao lớn hơn. Gió làm tăng tốc độ truyền nhiệt từ cơ thể, khiến ta cảm thấy lạnh hơn.* ***Kết quả phiếu học tập số 4*** ***Câu 1.*** *Nhiệt độ của một khối khí để động năng tịnh tiến trung bình của các phần tử khí đó bằng:* $T=\frac{2}{3}\frac{W_đ}{k}=\frac{2}{3}\frac{1,6.10^{-19}}{1,38.10^{-23}}=7407\ K$ ***Câu 2.*** *Tính áp suất của khí trong bình bằng:* $p=\frac{2}{3}\varepsilon=\frac{2}{3}.10^{-4}=6,67.10^{-5}Pa$ *-* ***Thảo luận AI*** **(NLa):** GV đặt câu hỏi: *"Nếu AI khẳng định áp suất khí tỉ lệ nghịch với mật độ phân tử, em dựa vào kiến thức nào của bài học để phản biện và điều chỉnh mục tiêu cho AI?".* - Các HS khác thảo luận về kết quả trên bảng xếp hạng của trò chơi số.
Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập	- GV tổng kết trò chơi, tuyên dương các cá nhân thành thạo kĩ năng tính toán số. - **Chốt kiến thức:** (1) Nhiệt độ tuyệt đối là thước đo động năng trung bình phân tử; (2) Áp suất tỉ lệ thuận với mật độ và động năng tịnh tiến trung bình. - GV yêu cầu HS lưu trữ file lời giải vào thư mục học tập số cá nhân.

Hoạt động 4: Vận dụng

a. Mục tiêu:

- Vận dụng được hệ thức $\overline{E_đ}=\frac{2}{3}kT$ và mô hình động học phân tử để giải thích các hiện tượng thực tế như: sự thay đổi nhiệt độ theo độ cao, cơ chế gây áp suất theo mọi hướng của chất khí.
- Đề xuất được các nguyên tắc an toàn khi sử dụng và bảo quản bình chứa khí nén dựa trên mối liên hệ giữa áp suất, mật độ và động năng phân tử.

- Về năng lực số:

+ Khai thác dữ liệu và thông tin số **(Mã 1.1.NC1d):** Học sinh tự đề xuất được chiến lược tìm kiếm thông tin trên môi trường số về các hiện tượng khí hậu (hiệu ứng đoạn nhiệt) hoặc các tiêu chuẩn kĩ thuật của vỏ bình khí nén.

+ Sáng tạo nội dung số **(Mã 3.1.NC1a):** Áp dụng được các công cụ số (Canva, PowerPoint, CapCut) để thiết kế sản phẩm truyền thông số (Infographic/Video ngắn) giải thích các ứng dụng của mô hình động học phân tử.

+ Chia sẻ thông tin qua công nghệ số **(Mã 2.2.NC1a):** Sử dụng không gian học tập số của lớp (Padlet/LMS) để đăng tải sản phẩm, thực hiện phản biện và chấm chéo sản phẩm của bạn học.

- Về năng lực trí tuệ nhân tạo (NLAI):

+ Mã NLc *(Kĩ thuật và ứng dụng AI - Lớp 12):* Biết cách đặt *Prompt* nâng cao để yêu cầu AI hỗ trợ tóm tắt kịch bản video hoặc gợi ý các thông số kĩ thuật an toàn áp suất cho dự án.

+ Mã NLb *(Đạo đức và kiểm chứng AI):* Biết đánh giá độ tin cậy của thông tin vật lí do AI cung cấp (đặc biệt là giá trị hằng số Boltzmann hoặc các giải thích về áp suất) bằng cách đối chiếu trực tiếp với SGK.

+ Mã NLa *(Tư duy lấy con người làm trung tâm):* Nhận thức được vai trò chủ đạo của con người trong việc kiểm soát các hệ thống cảm biến áp suất vận hành bằng AI trong công nghiệp nhằm đảm bảo an toàn.

b. Nội dung: Học sinh thực hiện nhiệm vụ ở nhà (cá nhân hoặc nhóm nhỏ):

- Nhiệm vụ 1 (Giải thích hiện tượng): Trả lời câu hỏi vào vở:

1. Tại sao không khí nóng thường bốc lên cao, nhưng khi đứng trên đỉnh núi cao ta lại thấy lạnh hơn nhiều so với ở chân núi? (Gợi ý: Dựa vào mật độ không khí loãng và khả năng giữ nhiệt của phân tử khí).
2. Tại sao chất khí lại gây áp suất lên thành bình theo mọi hướng thay vì chỉ một hướng nhất định?.

- *Nhiệm vụ 2 (Dự án sáng tạo số): Thiết kế một Infographic hoặc một Video mô phỏng ngắn* về chủ đề: *"An toàn nhiệt và áp suất đối với các thiết bị chứa khí hóa lỏng"*. Nội dung cần nêu rõ mối liên hệ giữa tốc độ phân tử, nhiệt độ và nguy cơ cháy nổ bình chứa.

c. Sản phẩm:

- *Bài làm vào vở:* Lời giải thích khoa học dựa trên các hệ thức vật lí đã học.
- *Sản phẩm số:* File thiết kế đồ họa hoặc video được chia sẻ công khai trên nền tảng học tập của lớp.
- *Bản ghi công nghệ:* Danh sách các đoạn Prompt hiệu quả đã dùng và báo cáo kiểm chứng tính xác thực vật lí của dữ liệu AI.

d. Tổ chức thực hiện:

Bước thực hiện	Nội dung các bước
Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập	- GV giao các câu hỏi vận dụng và hướng dẫn chủ đề dự án số cho HS qua group lớp. - *Hướng dẫn NL số* **(Mã 1.1.NC1d):** GV yêu cầu HS lập danh sách từ khóa tìm kiếm như: "mật độ phân tử khí và độ cao", "lực va chạm phân tử và áp suất vỏ bình", "safety standards for gas cylinders". - ***Tích hợp NLAI* (NLc):** GV gợi ý Prompt: *"Hãy tóm tắt 3 quy tắc an toàn quan trọng nhất cho bình gas gia đình dựa trên định luật về áp suất khí và nhiệt độ, trình bày dưới dạng kịch bản video ngắn"*.
Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập	- HS thực hiện nhiệm vụ tại nhà. - *HS* **(Mã 3.1.NC1a):** Sử dụng các phần mềm đồ họa số để biên tập nội dung. HS cần trích dẫn nguồn hình ảnh, tài liệu lấy từ Internet để đảm bảo đạo đức số **(Mã 4.2.NC1a)**. - ***Kiểm chứng AI* (NLAI NLb):** HS đối chiếu hằng số k = $1{,}38.10^{-23}$ J/K từ AI với SGK để đảm bảo không sai lệch số mũ. - GV đóng vai trò cố vấn, hỗ trợ HS giải đáp thắc mắc về kiến thức và kĩ thuật phần mềm qua các kênh online.
Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận	- *HS* **(Mã 2.2.NC1a):** HS đăng tải sản phẩm lên Padlet lớp. - Trong tiết học sau, GV chọn 2 sản phẩm xuất sắc nhất để HS thuyết trình. - Lớp thảo luận: "Nếu hằng số Boltzmann thay đổi, nhiệt độ chúng ta cảm nhận sẽ khác thế nào?". HS các nhóm khác thực hiện chấm chéo sản phẩm dựa trên tiêu chí: Chính xác vật lí - Sáng tạo số. - ***Thảo luận AI* (NLAI NLa):** GV đặt câu hỏi: *"Nếu AI dự báo áp suất bình gas vẫn an toàn ở nhiệt độ 100°C, em dùng kiến thức nào về động năng trung bình phân tử để phản biện dự báo này?"*.
Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập	- GV tổng kết, đánh giá mức độ đạt được về cả kiến thức vật lí và kĩ năng sáng tạo nội dung số của HS. - *Chốt kiến thức:* Nhấn mạnh nhiệt độ tuyệt đối là thước đo động năng trung bình của phân tử. - Tuyên dương các nhóm có quy trình kiểm chứng AI minh bạch và ý thức bảo vệ dữ liệu tốt.