

Designing inquiry-based, STEM-focused educational content on gas behavior for senior high school level

1. Masoumeh Ghalkhani^{*}: Department of Chemistry, Faculty of Science, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

2. Sara Eskandariyan: Department of Chemistry, Faculty of Science, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

^{*}Corresponding Author's Email Address: ghalkhani@sru.ac.ir



Abstract:

Background and Objectives: Understanding the behavior and properties of gases is essential in chemistry education. It not only provides a solid foundation for comprehending various chemical reactions and phenomena but also helps students make a connection between theoretical concepts and real-world applications. This research presents a practical-descriptive approach for designing educational content on gas behavior. **Methods:** The present study used an integrated approach based on modern educational methods that activate the students in the learning process. Drawing from real-life experiences, the method integrates inquiry-based learning with STEM principles. The primary audience includes high school students and chemistry teachers, who will benefit from the the enriched understanding fostered by this STEM-focused approach. To design the content, various resources such as articles, educational magazines, scientific books, and reputable websites related to gas laws were studied. **Findings:** After organizing the collected materials, common misconceptions and their underlying causes in existing educational resources were identified. With this in mind, interactive sections on four major gas laws—Boyle's, Charles', Amonton's, and Avogadro's—were designed using experiments rooted in everyday life. Experienced chemistry professors and teachers reviewed, evaluated, and revised the content, ultimately granting their approval. **Conclusion:** In light of the positive effects of inquiry-based and STEM-focused learning on science education, particularly in chemistry, applying this methodology to create content for other significant chemistry concepts is recommended.

Keywords: Chemistry education, Content design, STEM approach, Inquiry, Gases behavior.

How to Cite: Ghalkhani, M., & Eskandariyan, S. (2025). Designing inquiry-based, STEM-focused educational content on gas behavior for senior high school level. *Research in Chemistry Education*, 7(4), 25-48.

DOI: [10.48310/chemedu.2025.17823.1291](https://doi.org/10.48310/chemedu.2025.17823.1291)



© 2025 the authors. Published by Farhangian University. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Extended Abstract

Introduction

Research indicates that adopting modern and active teaching methods in a statistical community significantly enhances effective learning and reduces misconceptions. Guided inquiry, a key component of such methods, promotes learning through scientific observations, experimentation, and critical thinking. Implementing carefully designed activities fosters students' cognitive abilities and practical skills. The STEM approach is recognized as a means to cultivate a skilled workforce equipped with 21st-century abilities, driving ongoing efforts by educators, researchers, and policymakers to enhance education. Achieving effective concept instruction using the STEM approach requires the design of complementary theoretical and practical content grounded in educational objectives. The goal of this study is to develop exploratory, STEM-based educational content for gas behavior-related scientific concepts. The focus is on creating active content that provides chemistry teachers and students with experiment-based activities rooted in everyday experiences to facilitate a better understanding of the significant laws of Boyle, Charles, Amonton, and Avogadro.

Methodology

The current research has an applied-descriptive nature, aiming to expand applied knowledge within a particular domain. In designing content, the study emphasized fostering student comprehension of gas behavior by creating motivation and highlighting the vital role gases play in daily life. To achieve this, a variety of visual aids, such as images, tables, charts, and diverse STEM-based activities, were incorporated into the content design.

Results and Discussion

The content design attempts to present gas behavior-related scientific concepts in an exploratory and STEM-focused manner, rooted in relatable, real-life experiences. The primary objective of this teaching methodology is to encourage learners to identify and draw connections between familiar daily experiences and new concepts. This approach fosters a deeper understanding of the subject matter, enabling students to apply scientific knowledge to their lives and develop the ability to reason and scientifically justify various phenomena. The developed content is outlined below.

The content begins with verse 11 of the blessed Surah Al-Fussilat, elucidating the significance and relevance of gas behavior within the six educational domains outlined in the fundamental transformation document, with particular emphasis on belief, worship, and morality. To effectively organize the audience's thoughts, a notable real-life example is presented, highlighting the critical role of Earth's atmosphere in sustaining all life forms.

This section enables educators to discuss the global impact of individual actions on the well-being of all inhabitants. Charts and tables then provide an overview of the gases constituting breathable air, emphasizing the importance of understanding gas properties, behavior, and interactions in maintaining a healthy atmosphere. The connection to everyday life is further established by addressing essential uses of gases, such as oxygen and fire extinguishers, necessitating knowledge of gas concepts like volume, pressure, and temperature. This section exemplifies the engineering and mathematical aspects of the STEM approach.

Subsequently, the content explores gas laws and relationships, guiding students in applying previously learned concepts to solve related problems. Employing animated visuals or scientific simulators like Phet can aid comprehension of these concepts,

reflecting STEM's science, technology, and mathematics dimensions. Test Yourself offers a formative evaluation and recap of gas laws, followed by an industrial application – the ammonia production process.

Encouraging students to brainstorm Haber's solutions to ammonia production challenges reinforces the science dimension. Engaging them in exploratory intellectual exercises can ignite creativity, innovation, and the application of gas behavior concepts to develop intriguing artifacts like gas manometers and vacuum pumps (Figure 1).



Figure 1 - Scientific artifacts related to the behavior of gases

In the Research section, it is recommended to introduce students to reputable scientific resources. Additionally, considering the widespread applications and growing use of artificial intelligence, students should be encouraged to utilize modern tools for information gathering. This approach underscores the connection between science and technology, fostering a greater depth of learning, promoting career motivation in fields like engineering and medicine, and guiding students towards a professional-academic path (technology dimension). Lastly, five questions are designed to serve as a final content evaluation. These questions align with the textbook's end-of-chapter queries and final exam conceptual inquiries.

Conclusions

In addition to their fundamental role in the biological processes of living organisms, gases are extensively utilized across a multitude of industries, including but not limited to the oil and gas sector, petrochemical production, fertilizer manufacturing, various chemical industries, mining operations, steel production, metallurgy, environmental conservation, pharmaceutical development, food processing, electronics, and aerospace. Consequently, the characteristics and behaviors of gases must be thoroughly investigated within the secondary school curriculum, to address the existing challenges and apprehensions associated with teaching this subject matter to the fullest extent possible, thereby enhancing its appeal to students and fostering their engagement in learning and instruction. In the field of education, methodologies that facilitate increased interactions among learners, the educational environment, and instructors tend to yield more effective and enduring outcomes, thereby enhancing students' interest, motivation, and inquisitiveness toward learning. In numerous educational contexts, the limitations imposed by time and occasionally spatial constraints hinder the establishment of profound connections between the concepts pertinent to a particular subject matter. Consequently, the development of suitable content utilizing active and contemporary pedagogical approaches can significantly mitigate these challenges. This content explores the application of a STEM approach to teaching gas behavior, with an emphasis on fostering 21st-century skills. Beyond imparting scientific concepts and skills related to gas pressure, volume, and temperature, this approach seeks to engage learners in practical applications of their knowledge. By equipping students with such skills, the ultimate goal is to prepare them for a more informed and empowered life as active members of society.

طراحی محتوای آموزشی مبتنی بر کاوشگری و STEM در مورد رفتار گازها برای مقطع متوسطه دوم

۱. معصومه قلخانی*¹: گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

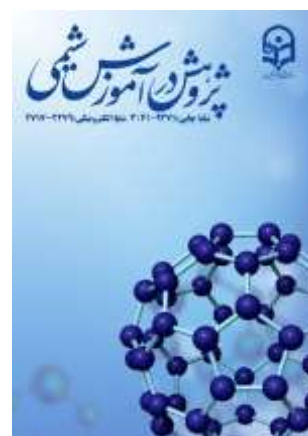
۲. سارا اسکندریان²: دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: ghalkhani@sru.ac.ir

چکیده

پیشینه و اهداف: درک رفتار و خواص گازها برای آموزش شیمی اساسی است، زیرا نه تنها پایه‌ای قوی برای درک واکنش‌ها و پدیده‌های شیمیایی مختلف فراهم می‌کند، بلکه دانش آموزان را قادر می‌سازد تا بین مفاهیم نظری و کاربردهای دنیای واقعی ارتباط برقرار کنند. این تحقیق، روشی کاربردی - توصیفی برای طراحی محتوای آموزشی در مورد رفتار گازها ارائه می‌کند. **روش:** در پژوهش حاضر از رویکردی تلفیقی مبتنی بر روش‌های نوین آموزشی که دانش آموز را در فرایند یادگیری فعال می‌کند استفاده شد. این رویکرد برگرفته از تجربیات زندگی واقعی، یادگیری مبتنی بر کاوشگری را با اصول STEM ترکیب می‌کند. مخاطبان هدف شامل دانش آموزان دبیرستانی و معلمان شیمی هستند که می‌توانند از درک عمیق‌تر و غنی شده توسط رویکرد STEM بهره‌مند شوند. در تهیه محتوا منابع مختلفی از جمله مقالات، مجلات آموزشی، کتاب‌های علمی و وب سایت‌های معتبر مرتبط با قوانین گازها را مطالعه شدند. **یافته‌ها:** پس از سازماندهی مطالب جمع‌آوری شده، باورهای غلط رایج و علل اساسی آن‌ها در منابع آموزشی موجود مشخص شدند. با تکیه بر این پایه، بخش‌های تعاملی در مورد چهار قانون اصلی گازها - قوانین بویل، شارل، آمونتون، و آووگادرو - با استفاده از آزمایش‌هایی که ریشه در زندگی روزمره دارند طراحی شدند. اساتید و معلمان مجرب شیمی مطالب را بررسی، ارزیابی و بازنگری کردند و در نهایت آن‌ها را تایید کردند. **نتیجه‌گیری:** با توجه به اثرات مثبت یادگیری مبتنی بر کاوشگری و یادگیری مبتنی بر STEM بر آموزش علوم، به ویژه در شیمی، توصیه می‌کنیم از این روش برای ایجاد محتوا برای سایر مفاهیم مهم شیمی استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: آموزش شیمی، طراحی محتوا، رویکرد STEM، کاوشگری، رفتار گازها.



نحوه استناددهی: قلخانی، معصومه، و اسکندریان، سارا. (۱۴۰۴). طراحی محتوای آموزشی مبتنی بر کاوشگری و STEM در مورد رفتار گازها برای مقطع متوسطه دوم. پژوهش در آموزش شیمی، ۷(۴)، ۴۸-۲۵.

DOI:

10.48310/chemedu.2025.17823.1291



آموزش علوم و علم شیمی به طور خاص ابزاری برای توسعه ملی است و نقش مهمی در کیفیت تحقیقات علوم دارد (چان و همکاران^۱، ۲۰۲۴). یکی از چالش‌های مهم در آموزش شیمی کج‌فهمی است. کج‌فهمی یا بدفهمی به هر نوع تصور اشتباه مفاهیم علمی اطلاق می‌شود که به شکل‌گیری دانسته‌های غیر علمی، مفاهیم درهم و نظریه‌هایی بدون ریشه علمی منجر می‌شود. کج‌فهمی نه تنها در علم شیمی بلکه در سایر رشته‌ها و سطوح مختلف آموزش مسبب مشکلات زیادی برای دبیران و دانش‌آموزان است. چنانچه موضوع موردنظر از نظر علمی و انتزاعی از مفاهیم غیر قابل درک و مشاهده برای فراگیران باشد شناخت کج‌فهمی‌ها و راه‌های مقابله و پیشگیری از آن بسیار ضروری تر خواهد بود (صالحی اول و بهرامی مداح، ۲۰۲۲). برای پیش‌بینی رفتار گازها که از مفاهیم مهم شیمی محسوب می‌شوند، نخست باید معلم تصور درستی از گاز ایده‌آل، گاز کامل و گاز حقیقی (واقعی) داشته باشد. ارائه ناکافی اطلاعات در مطالب درسی می‌تواند سبب تصورات غلط مفاهیم انتزاعی در معلمان شود که توجه به این امر بسیار مهم است؛ زیرا معلمان نمی‌توانند به دانش‌آموزان خود کمک کنند تا آنچه را که خودشان درک نکرده‌اند را درک کنند (کوئیلز-پاردو^۲، ۱۹۹۵).

مطالعات پژوهشگران نشان می‌دهد از جمله راه‌هایی که به ارتقای یادگیری اثربخش در یک جامعه آماری و کاهش چشمگیر کج‌فهمی و بدفهمی می‌انجامد، تدریس مطابق با روش‌های نوین و فعال آموزش است (موفیت و فوزان^۳، ۲۰۲۳). آموزش صحیح باید به دانش‌آموزان کمک کند که علاوه بر درک درست آنچه که یاد می‌گیرند چگونگی مسیر یادگیری آن را نیز درک نمایند، که این موضوع با رویکردهای نوین آموزش نظیر کاوشگری و تلفیق مفاهیم در چارچوب STEM^۴ میسر خواهد شد (صلیحا و همکاران^۵، ۲۰۲۴، عبدالله میرزایی و همکاران، ۱۳۹۷). در کاوشگری هدایت شده یادگیری به واسطه مشاهدات علمی آزمایش‌ها و تفکر انتقادی تسهیل می‌شود. اجرا و طراحی فعالیت‌های مناسب موجب ارتقای مهارت‌های ذهنی و دست‌ورزی دانش‌آموزان می‌شود (عبدالله میرزایی و همکاران، ۱۳۹۷). کشورهای پیشرفته در تلاش‌اند آموزش را به سمتی سوق دهند که شهروندانی کارآمد و خلاق تربیت کنند. رویکرد STEM به عنوان راهی برای توسعه نیروی کار واجد شرایط و مجهز به مهارت‌های قرن بیست و یکم در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل است که مربیان علوم، محققان و سیاستمداران به طور مداوم در تلاش برای بهبود مسیر آموزش به کمک رویکرد STEM هستند. برای نیل به آموزش اثربخش مفاهیم به کمک رویکرد STEM، بایستی محتوای اصولی و کاربردی مبتنی بر اهداف آموزشی و دربرگیرنده فعالیت‌های مکمل طراحی شوند (شاهین^۶ و همکاران، ۲۰۲۴).

هدف پژوهش حاضر طراحی مفاهیم علمی مربوط به رفتار گازها به شکل کاوشگرانه و مبتنی بر رویکرد STEM می‌باشد. در این راستا محتوایی فعال با به کارگیری فعالیت‌های تجربی برگرفته از روزمره‌های آشنا در زندگی برای آموزش هر چه بهتر چهار قانون مهم بویل، شارل، آمونتون و آوگادرو طراحی گردید تا در اختیار دبیران شیمی و دانش‌آموزان قرار گیرد.

¹ Chan

² Quilez-Pardo

³ Mufit & Fauzan

⁴ STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics

⁵ Solihah

⁶ Şahin

پیشینه پژوهش

در جامعه رو به رشد و هوشمند کنونی روش‌های سنتی و معلم محور منجر به یادگیری اثربخش نمی‌شود. شیمی علمی جذاب در عین حال دشوار و انتزاعی است. توسعه روش‌های فعال دانش آموز محور بر پایه مهارت برای ایجاد کلاسی پویا و خلاق لازم است. آگاهی از انواع روش‌های تدریس و مهم‌تر از آن انتخاب و اجرای درست آن در آموزش مفاهیم شیمی در فرآیند یاددهی-یادگیری اهمیت بالایی دارد. نقش موثر روش تدریس فعال در بهبود یادگیری دانش آموزان در پژوهش انجام شده توسط نیکرو شالدهی (۱۴۰۳) اثبات شده است. نیکرو شالدهی پژوهشی مبتنی بر نمایش علمی به عنوان روشی هوشمندانه به منظور تقویت یادگیری و علاقه‌مندی دانش آموزان برای آموزش مبحث پیوند کووالانسی استفاده کرد. برای ارزیابی اثربخشی روش اجرای نمایش علمی، نظرسنجی بر اساس مقیاس لیکرت در فرم ساز گوگل تهیه و اجرا شد. نتایج کسب شده بیانگر تقویت اعتماد به نفس و انگیزه یادگیری دانش آموزان بود.

جکشوا^۱ و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی پروژه‌های طراحی شده مبتنی بر روش SETM را به عنوان یکی از رویکردهای موثر و دانش آموز محور، در آموزش علوم برای دانش آموزان گردآوری کردند. هدف از این پروژه‌ها حل مشکلات زندگی واقعی با استفاده از فناوری‌های دیجیتال برای حمایت فرایند کاوشگری با رویکرد مدلسازی یا تجربی بوده است. رویکرد STEM روش و تفکری را که دانشمندان، مهندسان و نوآوران در دنیای واقعی به کار می‌برند، در دانش آموزان شکل می‌دهد. هم‌چنین بیان شده است که دانش آموزان به کمک STEM چگونگی تفکر و به‌کارگیری شیوه‌های معتبر علمی را می‌آموزند تا با تلفیق علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات علم بیاموزند و مشکلات زندگی واقعی را حل کنند. دانش آموزانی که روی پروژه‌های بین رشته‌ای کار می‌کنند به طور موثر دانش خود را در موضوعات مختلف عمیق‌تر می‌کنند و مهارت‌های خود را برای استفاده از فناوری‌های هوشمند و کدنویسی توسعه می‌دهند. نتایج این پژوهش به خوبی نشان داد که به کمک رویکرد STEM دانش آموزان منفعل به یادگیرندگان و طراحان فعال تغییر می‌کنند.

احمدی و همکاران (۱۴۰۲)، در پژوهش خود به طراحی محتوا برای آموزش مفاهیم الکتروشیمی پرداختند. در این پژوهش، نتایج حاصل از اجرای محتوا بر دانشجویان رشته شیمی دانشگاه شهید رجایی نشان داد که محتوای طراحی شده مبتنی بر رویکرد STEM با نگاهی فناورانه به باتری و تلفیق با شیمی سبز، دانشجویان رشته شیمی را به کسب مفاهیم الکتروشیمی و یادگیری معنادار ترغیب می‌کند و باعث ایجاد علاقه، توانمندسازی و مهارت‌های لازم برای یادگیری می‌شود. رویکرد کاوشگری همراه با خلاقیت در روند یادگیری، با اشاره به نمونه دست‌سازهای فراگیران در این مقاله کاملاً مشهود است.

صلیحا^۲ و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهش خود به بهبود مهارت‌های حل مسئله به کمک رویکرد STEM پرداختند. برای این مطالعه موضوع گازهای گلخانه‌ای انتخاب و در سه مرحله تحقیق انجام شد: (۱) پیش‌آزمون، به منظور سنجش پیش دانسته‌های دانش آموزان، (۲) تدریس به روش پروژه محور با کمک رویکرد STEM برای آموزش توسعه پایدار^۳ و (۳) پس‌آزمون، به منظور سنجش دانش نهایی دانش آموزان. تحلیل نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که توانایی حل مسئله دانش آموزان با استفاده از این رویکرد به طور قابل توجهی افزایش یافته است.

¹ Ješková² Solihah³ ESD: Education for Sustainable Development

اوهانلون^۱ و گسرت^۲ (۲۰۲۴) در فصل ۲ کتاب راهنمای کاربران فناوری خلاء، خواص گازها را در فشارهای متفاوت بررسی کرده‌اند و مفاهیم تخصصی از جمله شار ذرات در جریان گاز، سرعت پمپاژ، تبخیر و واکنش‌های سطحی را توضیح دادند. این موضوع تأکیدی بر اهمیت درک رفتار گازها در علم شیمی و فیزیک است که منجر به مهارت‌های حرفه‌ای تخصصی می‌شود.

برای آموزش مبحث رفتار گازها، که از مفاهیم مهم شیمی محسوب می‌شود، لازم است معلم تصور درستی از گازها داشته باشد. احمدی (۱۳۹۹) در مقاله خود به شناسایی کج‌فهمی‌های آموزگاران در مورد حالت‌های فیزیکی مواد پرداخته است. تحلیل نتایج حاصله نشان داد که برداشت‌های غلطی (کج‌فهمی‌هایی) نظیر اینکه گازها تحت تأثیر جاذبه قرار نمی‌گیرند و همواره ذرات جامدات و مایعات از ذرات گازها بزرگ‌تر هستند بین معلمان مقطع ابتدایی وجود دارد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر بر حسب هدف از نوع کاربردی - توصیفی است و با هدف توسعه‌ی دانش کاربردی در یک زمینه‌ی خاص انجام شده‌است. به عبارت دیگر پژوهش‌های کاربردی به سمت کاربرد عملی دانش در جهت حل مسائل علمی و مشکلات جامعه هدایت می‌شوند. در نوع توصیفی، هدف اساسی پژوهش تدوین یا تهیه برنامه‌های درسی، طرح‌ها، تولید فرآورده (محتوا، کتاب و...) و مانند آن است. اغلب تحقیقاتی که در حیطه‌ی آموزش انجام می‌شوند از نوع کاربردی هستند. هدف از این پژوهش طراحی محتوای آموزشی برای مبحث رفتار گازها با رویکرد STEM برای دبیران و دانش‌آموزان مقطع متوسطه دوم است. هدف اصلی ارائه و پیشنهاد این محتوا بهبود وضعیت یادگیری دانش‌آموزان در چهار بعد علوم^۳، فناوری^۴، مهندسی^۵ و ریاضیات^۶ است. در طراحی محتوا سعی شد با ایجاد انگیزه و پررنگ نشان دادن ضرورت حضور گازها در زندگی، دانش‌آموزان را به شناخت رفتار گازها ترغیب نماییم. طراحی محتوا به کمک تصاویر، جدول‌ها، نمودارها و فعالیت‌های متنوع مبتنی بر رویکرد STEM انجام شد.

محتوای طراحی شده

در طراحی محتوای حاضر سعی بر آن است که مفاهیم علمی مربوط به رفتار گازها به شکل کاوشگرانه و مبتنی بر رویکرد STEM مطابق با تجارب ملموس در زندگی بیان گردد. هدف از این شیوه آموزش این است که فراگیران برای یادگیری مفاهیم جدید تجربه‌ای آشنا در زندگی روزمره خود پیدا کنند و علم آموخته شده را در زندگی به کار گیرند؛ در نتیجه عمیق‌تر درک می‌کنند تا جایی که به استدلال و توجیه علمی پدیده‌ها می‌پردازند. در ادامه محتوای طراحی شده ارائه می‌گردد:

رفتار گازها

«ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ وَهِيَ دُخَانٌ...» آیه ۱۱، سوره فصلت

به آسمان‌ها پرداخت در حالی که دود و بخار بودند و از گاز، نخستین کرات را آفرید.

¹ O'Hanlon

² Gessert

³ Science

⁴ Technology

⁵ Engineering

⁶ Mathematics

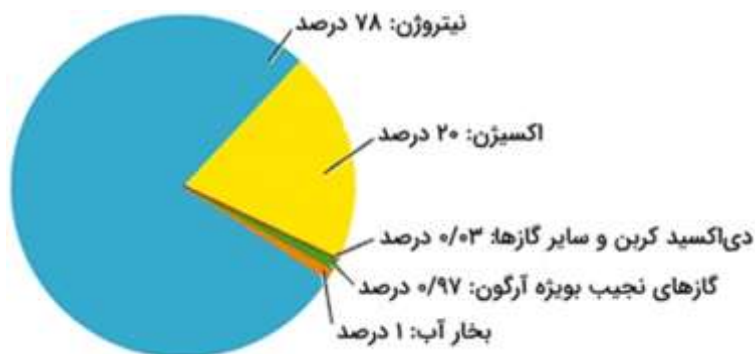
زمین در فضا درون هاله‌ای از گازها، باشکوه فراوان در چرخش است. اتمسفر زمین لایه‌ای از گازهایی است که معمولاً با نام هوا شناخته می‌شود که توسط گرانش زمین حفظ می‌گردد.

اتمسفر یا هواکره، زمین را احاطه کرده است و با اعمال فشار حضور آب مایع را در سطح زمین ممکن می‌کند (شکل ۱). اتمسفر زمین پرتوهای خطرناکی چون پرتوهای فرابنفش خورشید را جذب می‌کند، از گرم شدن بیش از اندازه سطح زمین به دلیل اثرات گلخانه‌ای جلوگیری می‌نماید و مانع تغییرات دمایی شدید بین شب و روز می‌شود. تمامی موجودات روی زمین برای حیات به اتمسفر نیاز دارند. از دلایل اصلی اهمیت اتمسفر زمین باید به گازهای ضروری برای حیات، چرخه آب و لایه اوزون اشاره کرد. علم شیمی کمک می‌کند تا با بررسی خواص، رفتار و برهم‌کنش گازها، راه‌های تداوم زندگی سالم را بیابیم.



شکل ۱- نمایی از اتمسفر زمین (هواکره)

نیتروژن، اکسیژن، آرگون و کربن دی اکسید حدود ۹۹ درصد هواکره را تشکیل می‌دهند. اگرچه مابقی گازها، مقدار بسیار کمی از هواکره را به خود اختصاص می‌دهند اما اهمیت برخی از آن‌ها مانند رطوبت (بخار آب) بسیار زیاد است. به مقدار بخار آب موجود در هوا رطوبت می‌گویند. مقدار رطوبت هوا از مکانی به مکانی دیگر در کره زمین و از فصلی به فصل دیگر متغیر است. برخی از مواد موجود در اتمسفر زمین از گاز تشکیل نشده‌اند بلکه شامل گرد و غبار، دوده، خاکستر، نمک‌ها، فلزات و سایر مواد جامد هستند که درصد کمی از اتمسفر زمین را تشکیل می‌دهند. این ذرات، نقش اصلی در شروع میعان بخار آب و تشکیل قطرات باران دارند.



نمودار ۱- نام و درصد حجمی گازهای سازنده هوای معمولی

با توجه به نمودار ۱، هوای اطراف ما معمولاً حاوی مقدار کمی بخار آب است. در نواحی ساحلی رطوبت هوا زیاد است و اصطلاحاً هوا شرجی است. شرجی شدن یک پدیده‌ی جوی است که هوا اشباع از بخار آب می‌شود و حالت دم‌کردگی به وجود می‌آید. هوای پاک و خشک در واقع همان هوای جو اطراف زمین است که رطوبت در آن وجود ندارد. با جداسازی رطوبت از هوا، درصدی که برای ترکیبات هوای خشک گفته می‌شود بالاتر خواهد بود. جدول ۱ نشان می‌دهد هوای اطراف ما، مخلوطی از گازهاست. علاوه بر این، برخی از گازها به خاطر ویژگی‌هایشان در زندگی ما کاربردهای فراوان و نقش حیاتی دارند.

جدول ۱- نام و درصد حجمی گازهای سازنده هوای پاک و خشک

نام گاز	درصد گاز در هوا
نیتروژن	۷۹/۰۷۹
اکسیژن	۲۰/۹۵۲
آرگون	۰/۹۲۸
کربن دی اکسید	۰/۰۳۸۵
نئون	۰/۰۰۱۸
هلیوم	۰/۰۰۰۵
کریپتون	۰/۰۰۰۱
زنون و دیگر گازها	ناچیز

بیشتر بدانید
سوخت و ساز مواد قندی و چربی‌ها در بدن، گرما تولید می‌کند. این گرما باید از بدن خارج شود، در غیر این صورت دمای بدن بالا رفته و باعث بروز تب و دیگر مشکلات می‌شود. یکی از راه‌های دفع گرمای بدن تعریق است که در اثر تبخیر عرق، بدن خنک می‌شود. اما در شرایطی که غلظت بخار آب هوای محیط بالا باشد، تعریق در پوست با مشکل مواجه شده و گرما به راحتی از بدن خارج نمی‌شود. در نتیجه هوای شرجی با مختل کردن روش‌های طبیعی دفع گرما از بدن، موجب فشار بر روی سیستم تنفسی می‌شود و تنفس را سخت‌تر می‌کند.

درباره هر یک از تصاویر شکل ۲ با هم گفت‌وگو کنید. چند مورد دیگر از نقش گازها در زندگی را بیان کنید.



شکل ۲- کاربرد گازها در زندگی

فکر کنید
۱) ساختار لوئیس (آرایش الکترون - نقطه) N_2 و Ar را رسم کنید.
۲) شاید تجربه کرده باشید که گاهی مغزگردو، بادام، آفتابگردان بو و مزه کهنگی می‌دهد. به نظر شما علت چیست؟
۳) برای جلوگیری از ایجاد طعم کهنگی مواد خوراکی مذکور، چه راهکاری پیشنهاد می‌دهید؟
۴) برای پرکردن و تنظیم باد تایر خودرو به جای هوا از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند. توضیح دهید استفاده از این گاز به جای هوا چه فایده‌ای دارد؟
۵) یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی‌اثر هنگام جوشکاری است. به نظر شما این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری شده چه تاثیری خواهد داشت؟ توضیح دهید.

دریافتیم که گاز نیتروژن فراوان‌ترین جز سازنده هواکره است و در مقایسه با گاز اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است. از این رو گاز نیتروژن به جو بی‌اثر شهرت دارد و در محیط‌هایی که حضور گاز اکسیژن می‌تواند موجب تغییر شیمیایی شود، برای جلوگیری از انجام واکنش، به جای اکسیژن از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند. امروزه در صنعت می‌توان با بسته بندی مناسب زمان ماندگاری مواد غذایی را افزایش داد. آرگون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیر سمی است. واژه آرگون به معنای تنبل است، زیرا واکنش‌پذیری ناچیزی دارد.

پیوند با زندگی

به دو تصویر زیر نگاه کنید.



شکل ۳-آ) کپسول گاز اکسیژن طبی ب) کپسول گاز آتش نشانی CO₂

- ۱) در نکات ایمنی و شرایط نگهداری کپسول اکسیژن تاکید شده است که کپسول اکسیژن را در مجاورت آتش، گرما، بخاری، شوقاز، شومینه، اجاق گاز و... قرار ندهید. به نظر شما علت چیست؟
- ۲) به هر دستگاهی که قابلیت اندازه‌گیری فشار را داشته باشد مانومتر^۱ می‌گویند. مانومترها معمولاً از یک لوله U شکل ساخته می‌شوند که میزان فشار مایع یا گاز درون کپسول را اندازه‌گیری می‌کنند و با نمایشگر عقربه‌ای به کاربر نمایش می‌دهند. یکی از راهکارهای بررسی پر یا خالی بودن کپسول اکسیژن استفاده از مانومتر است. روش کار مانومتر را توضیح دهید.

¹ Manometer

پیوند با زندگی

۳) برای نصب اصولی و مناسب کپسول‌های آتش‌نشانی با توجه به شرایط مورد استفاده، باید استانداردهایی لحاظ

شود. برای تعیین تعداد کپسول‌های آتش‌نشانی مورد نیاز در یک مکان باید به موارد زیر توجه کرد:

- بررسی مکان از لحاظ مواد سوختنی
- محاسبه مساحت کارگاه
- تخمین سطح احتمالی حریق
- مشخص کردن دانسیته مواد سوختنی
- نوع کپسول آتش‌نشانی
- تعیین ارزشی کالاها و دستگاه‌ها

موارد بالا جزء استاندارد تعداد کپسول‌های آتش‌نشانی است. حال می‌توان جهت محاسبه تعداد کپسول آتش‌نشانی مورد

نیاز در یک فضا مثلاً یک کارگاه، مطابق فرمول زیر عمل نمود:

$$N = \frac{S}{X}$$

N: تعداد کپسول آتش‌نشانی مورد نیاز

S: مساحت کارگاه

X: مساحت تحت پوشش کپسول در نقطه O می‌باشد و از فرمول $X = \frac{\pi r^2}{4}$ بدست می‌آید.

r: شعاع تحت پوشش کپسول (شعاع دسترسی یا تحت پوشش کپسول‌های آتش‌نشانی براساس نوع، وزن و اندازه

کپسول تعیین می‌گردد)

آ) تعداد کپسول‌های آتش‌نشانی لازم برای کارگاهی به ابعاد ۱۶۸/۷۰' ft × ۱۳/۱۲' ft را در صورتی که شعاع دسترسی

برای کپسول موردنظر ۳۰' ft باشد محاسبه کنید. (راهنمایی: هر ۱ فوت (ft) برابر با ۳۰/۴۸ سانتی متر (cm) است).

ب) حساب کنید چند عدد کپسول آتش‌نشانی در مدرسه و آزمایشگاه باید نصب شود؟

برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار، لازم است دما، فشار و حجم آن نیز مشخص باشد. دریافتیم حجم یک نمونه گاز به دما و فشار آن وابسته است،

بنابراین با تغییر هر یک از این کمیت‌ها حجم گاز تغییر می‌کند.

¹ foot

فشار به صورت نیرو بر واحد سطح تعریف می‌شود. فشار یک گاز برابر با نیرویی است که گاز بر واحد سطح دیواره خود وارد می‌کند.

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} \quad (\text{رابطه ۱- فشار})$$

قانون بویل: رابطه بین فشار و حجم یک گاز در ۱۶۶۲ میلادی توسط رابرت بویل^۱ تعیین شد. بویل متوجه شد که کاهش حجم یک گاز با میزان افزایش فشار وارد شده بر آن گاز متناسب است. برای مثال در دمای ثابت اگر فشار دو برابر شود حجم به نصف کاهش می‌یابد. قانون بویل بیان می‌کند که در دمای ثابت حجم گاز با فشار رابطه معکوس دارد.

$$V \propto \frac{1}{P} \longrightarrow V = \frac{K}{P} \longrightarrow PV = K$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (\text{رابطه ۲ - قانون بویل})$$

از آنجایی که حاصل ضرب فشار و حجم یک نمونه گاز در یک دمای مشخص مقدار ثابتی است از این قانون می‌توان برای مقایسه تغییرات شرایط برای یک گاز در دمای ثابت استفاده کرد.

قانون شارل: رابطه بین حجم و دمای یک گاز در سال ۱۷۸۷ توسط ژاک شارل^۲ مطالعه شد و نتایج او به طور قابل ملاحظه‌ای در سال ۱۸۰۲ توسط شاگردش ژوزف گیلوساک^۳ گسترش یافت. نتایج تجربی ارتباط خطی بین حجم و دمای (برحسب کلوین) یک گاز را نشان می‌دهد (جدول ۲). لازم به ذکر است که حجم با دمای سلسیوس رابطه خطی ندارد.

جدول ۲- تغییر حجم نمونه‌ای از یک گاز در اثر تغییر دما تحت فشار ثابت

حجم	دما	
(mL)	°C	K
۲۷۳	۰	۲۷۳
۲۷۴	۱	۲۷۴
۲۸۳	۱۰	۲۸۳
۵۴۶	۲۷۳	۵۴۶

$$V \propto T \longrightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (\text{رابطه ۳ - قانون شارل})$$

^۱ Robert Boyle

^۲ Jacques Charles

^۳ Joseph Gay-Lussac

قانون آمونتون: فشار گاز محبوس در یک ظرف با افزایش دما افزایش می‌یابد. رابطه ریاضی بین فشار و دما به رابطه بین حجم و دما شباهت دارد. فشار یک گاز در حجم ثابت با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد.

$$P \propto T$$

$$K'' T = (\text{رابطه ۴ - قانون آمونتون})$$

مقدار K'' به مقدار گاز و حجم آن بستگی دارد. این تعمیم به قانون آمونتون مشهور است و در سال ۱۷۰۳ گیوم آمونتون^۱ دماسنج هوایی را بر این اصل که فشار یک گاز مقیاسی برای دمای آن گاز است، ساخت.

قانون آوگادرو: در دما و فشار یکسان حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است. این بیان نخستین بار در سال ۱۸۱۱ توسط آوگادرو^۲ ارائه و بعدها به قانون آوگادرو مشهور شد.

برای یافتن رابطه بین حجم و مقدار یک نمونه گاز باید دما و فشار ثابت باشد. بر اساس قرارداد، شیمیدان‌ها دمای صفر درجه سلسیوس معادل ۲۷۳/۱۵ کلوین و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد (STP)^۳ در نظر گرفته اند. که حجم مولی گازها در STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است.

قانون گاز ایده‌آل: در دما و فشار ثابت، حجم یک گاز با تعداد مول‌های آن نسبت مستقیم دارد، برای مثال اگر تعداد مول‌های یک گاز دو برابر شود، حجم اشغال شده توسط گاز نیز دو برابر می‌شود. هم چنین می‌توان گفت حجم یک مول از یک گاز معین با حجم یک مول از هر گاز دیگر در دما و فشار ثابت یکسان است.

از تلفیق ۴ رابطه قانون بویل، شارل، آمونتون و آوگادرو متوجه می‌شویم که بین دما، فشار، تعداد مول (مقدارگاز) و حجم یک گاز، رابطه وجود دارد:

$$V \propto n \longrightarrow V = \frac{nRT}{P}$$

$$(\text{رابطه ۵ - قانون گاز ایده‌آل})$$

^۱ Guillaume Amontons

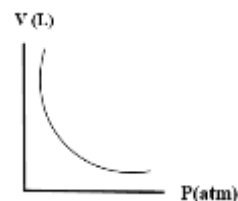
^۲ Avogadro's Law

^۳ Standard Temperature and Pressure

خود را بیازمایید

(۱) نمودار زیر تغییر حجم یک نمونه گازی را در دمای ثابت نسبت به تغییر فشار نشان می‌دهد. توضیح دهید نمودار بیانگر کدام

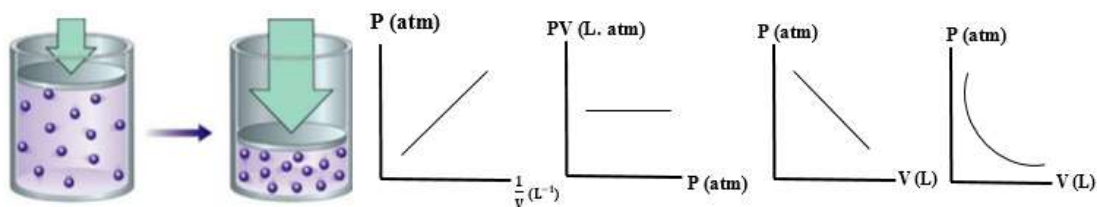
قانون است؟



(۲) با توجه به قانون شارل، نمودار تغییر حجم مقدار معینی از یک گاز را با دما در فشار ثابت رسم کنید.

(۳) هر یک از نمودارهای زیر را تفسیر کنید. چه تعداد از نمودارهای داده شده برای بیان روابطی که از شکل زیر استنباط می‌شود،

درست است؟



(۴) اگر در فشار ثابت، دمای مقدار معینی از یک گاز را از 100°C به 200°C افزایش دهیم، حجم گاز چند برابر می‌شود؟

پیوند با صنعت

تولید آمونیاک کاربردی از واکنش گازها در صنعت به شمار می‌آید. هر چند گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد اما امروزه در صنعت مواد گوناگونی از آن تهیه می‌کنند که فرآیند تولید آمونیاک نمونه‌ای از کاربرد واکنش گازها در صنعت است.

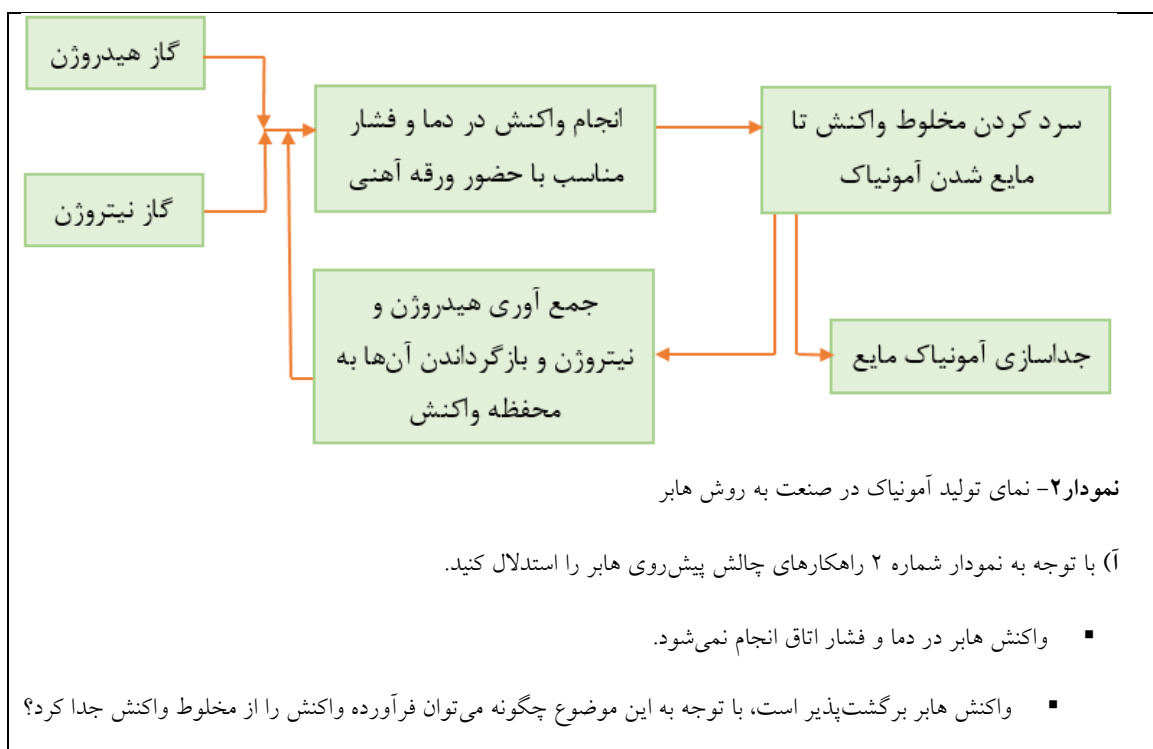
❖ اکنون این پرسش مطرح است که از نیتروژن با واکنش‌پذیری ناچیز چگونه آمونیاک و ترکیب‌های دیگر را تهیه می‌کنند؟

یافتن پاسخ این پرسش به اندازه‌ای اهمیت داشت که دانشمندی به نام فریتس هابر^۱ در سال ۱۹۱۸ میلادی به دلیل تهیه آمونیاک از

گازهای هیدروژن و نیتروژن برنده جایزه نوبل شیمی شد.



^۱ Fritz Haber



آزمایش کنید	
مرحله اول: آب و آتش	
 شکل ۴- تست شعله شمع در زیر لیوان	هدف آزمایش: مشاهده چگونگی ارتباط دما و فشار گازها ابزار و مواد: شمع، بشقاب، لیوان شیشه‌ای بلند یا شیشه مربا، آب، رنگ خوراکی (اختیاری)
شرح آزمایش: ▪ مقداری رنگ خوراکی را در یک لیوان آب حل کنید و آب رنگی را در بشقاب بریزید. ▪ شمع را وسط بشقاب بگذارید و آن را روشن کنید. ▪ لیوان شیشه‌ای بلند را به صورت وارونه به آرامی روی شمع قرار دهید. مشاهدات خود را بنویسید و با بحث در گروه، دلیل هر یک از مشاهدات را توضیح دهید (شکل ۴).	

مرحله دوم: نجات سکه	
 شکل ۵- آزمایش نجات سکه	❖ چگونه سکه را بدون خیس شدنِ دستان از آب خارج کنیم (شکل ۵)؟

پرسش و فعالیت‌های تکمیلی

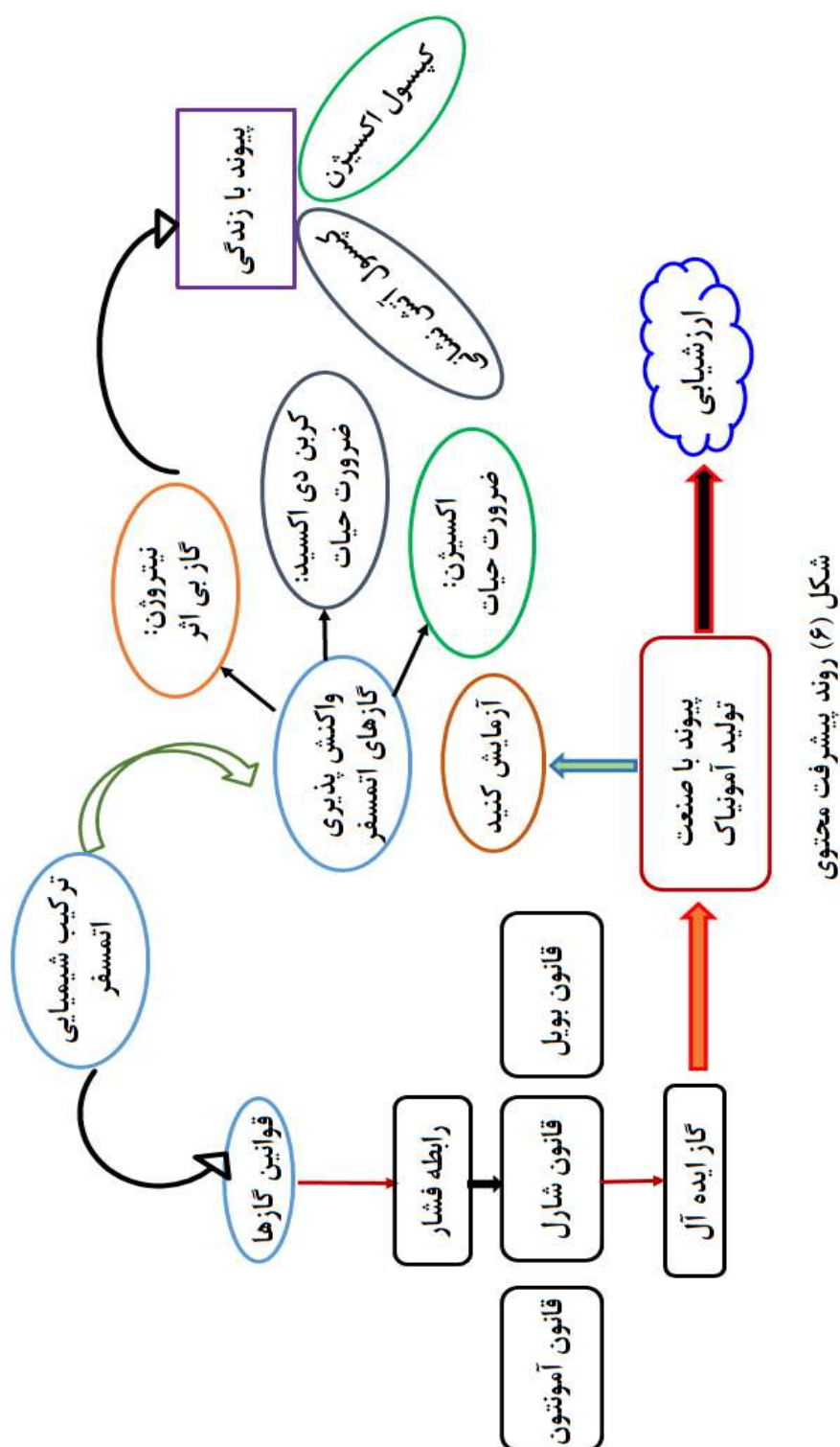
- اگر مقدار آب بیشتری در بشقاب بریزیم چه می‌شود؟
 - بیشترین مقدار آبی که می‌تواند وارد لیوان بلند شیشه‌ای شود تقریباً چقدر است؟
 - اگر به جای یک شمع، سه شمع داشته باشیم، آب کمتر بالا می‌آید یا بیشتر؟ چرا؟
 - اگر به جای بشقاب از کاسه استفاده کنیم چه رخ می‌دهد؟
 - چه عواملی بر بالا آمدن بیشتر آب اثر دارد؟
 - استدلال کنید چرا دما در انجام مراحل آزمایش باید تا حد امکان ثابت باشد؟
- زندگی ما با گازها پیوند خورده است، تا اینجا دریافتیم گازها در صنعت و تولید مواد شیمیایی، صنایع مواد غذایی، ساخت ابزار و وسایل الکترونیکی و پزشکی نقش مهمی دارند. سبک زندگی انسان و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می‌دهد می‌تواند منعکس کننده اثرات آن بر زندگی‌اش باشد. نظر شما چیست؟

تحقیق کنید
❖ با مراجعه به منابع معتبر اینترنتی درباره نقش گازها در جراحی نوین لاپاروسکوپی اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید. ❖ تحقیق کنید برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویر برداری مانند تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (¹MRI) از چه گازی استفاده می‌شود؟ چگونه این اتفاق رخ می‌دهد؟ ❖ گاز هلیوم نقش مهمی در ساخت پنل‌های نمایشگر مبتنی بر کریستال مایع (²LCD) و کابل‌های فیبر نوری دارد. درباره کاربرد این گاز در صنایع الکترونیک اطلاعات جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

نقشه ارائه مطالب در محتوای طراحی شده در شکل (۶) نشان داده شده است.

¹ Magnetic Resonance Imaging

² Liquid crystal display



شکل (۶) روند پیشرفت محتوی

ارزشیابی پایانی

(۱) چه تعداد از عبارت‌های داده شده برای تکمیل جمله زیر مناسب است؟

«گازها، مایع‌ها و جامدها»

بر خلاف --- تراکم پذیرند.

مانند --- شکل و حجم معینی ندارند.

برخلاف --- به شکل ظرف محتوی آن در می‌آیند.

مانند --- بر اثر افزایش دما فاصله بین مولکول‌هایشان افزایش می‌یابد.

(آ) ۱ (ب) ۲ (ج) ۳ (د) ۴

(۲) اگر یک بادکنک پر شده از هوا را درون ظرفی محتوی نیتروژن مایع با دمای ۱۹۶- درجه سانتی‌گراد قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که:

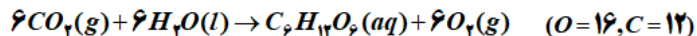
(آ) حجم بادکنک به شدت کاهش یافته و مچاله می‌شود.

(ب) حجم بادکنک افزایش یافته تاحدی که می‌ترکد.

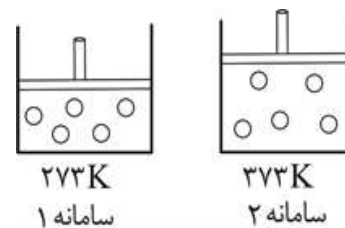
(ج) شکل بادکنک از کروی به بیضی تغییر می‌کند اما حجم بادکنک بدون تغییر خواهد ماند.

(د) بادکنک به همان شکل باقی خواهد ماند.

(۳) اگر یک درخت در یک سال طبق واکنش زیر ۲۲ کیلوگرم کربن دی اکسید مصرف کند در این مدت چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می‌کند؟



(۴) شکل زیر نمونه‌ی گازی را در سیلندر با پیستون روان نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(آ) ارتباط میان کدام دو کمیت گازها در این شکل بررسی شده است؟ توضیح دهید.

(ب) به کمک ضریب‌های تبدیل محاسبه کنید، در دمای ۲۷۳ کلوین و فشار یک اتمسفر، حجم گاز چند لیتر است؟ (هر ذره برابر با ۰/۰۲ مول فرض شود).

(پ) توضیح دهید در دمای ثابت و با قراردادن وزنه‌ای بر روی پیستون، حجم گاز در سامانه (۱) چه تغییری می‌کند؟

(ت) غلظت مولی گاز در کدام سامانه بیشتر است؟ چرا؟

(۵) پژوهشگری ۲۰۰ لیتر گاز نیتروژن را با مقدار کافی گاز هیدروژن در شرایط مناسب واکنش داد. مقدار گاز آمونیاک که در پایان تهیه شد، از مقدار مورد

انتظار کمتر بود. علت چیست؟

یافته‌های پژوهش

محتوا با آیه ۱۱ سوره مبارک فصلت آغاز می‌شود، بنا به ساحت‌های شش‌گانه تعلیم و تربیت بر اساس سند تحول بنیادین، اهمیت و عنوان در ساحت اعتقادی، عبادی و اخلاقی روشن می‌شود. در ادامه به منظور چیدمان درست فکری مخاطب یک مثال بدیهی و مهم در زندگی مطرح می‌شود و توضیح داده می‌شود که زندگی تمام موجودات زنده در زمین، وابسته به اتمسفر است. منظور از اتمسفر اطراف زمین، لایه‌ای از گازها است.

وجود هواکره (اتم‌سفر یا جو) اطراف کره زمین شرایط حیات موجودات زنده را در کره خاکی فراهم کرده است. اتمسفر از ترکیبی از گازهای مختلف (به طور عمده نیتروژن و اکسیژن) تشکیل شده است. بررسی خواص، رفتار و برهم‌کنش گازها در هواکره زمین برای درک نقش آن‌ها در تداوم زندگی سالم موثر است. معلم در این قسمت می‌تواند بر اهمیت هر رفتار ما که بر زندگی همه مردمان جهان اثر خواهد گذاشت اشاره کند.

در ادامه با نمودار ۱ و جدول ۱، نام و درصد حجمی گازهای سازنده هوایی که در آن نفس می‌کشیم، نشان داده شده است که تاکید می‌کند هوا مخلوطی از گازهاست و تغییر در مقدار هر جزء نظیر مقدار ناچیز بخار آب بر کیفیت هوا اثر گذار است. علاوه بر این برخی از گازها به خاطر ویژگی‌هایشان در زندگی ما کاربردهای فراوان و نقش حیاتی دارند. سپس نوبت به آن رسیده که علاقه و انگیزه آموختن در دانش‌آموزان شکل بگیرد. تصاویر در شکل ۱ کاربردهای آشنای گازها در زندگی را که هر دانش‌آموز حداقل یک مورد از آن‌ها را مشاهده کرده است، نمایش می‌دهد. بنابراین بحث و گفت و گو در خصوص هر تصویر و ذکر مثال‌های دیگر می‌تواند دانش‌آموزان کلاس را برای ادامه آموزش ترغیب کند.

در مرحله‌ی بعد در قالب فکرکنید از دانش پیشین دانش‌آموزان برای توجیه و استدلال چرایی کاربرد گازها استفاده می‌شود و مفاهیم با هم آمیخته می‌شوند و بعد علم رویکرد STEM قوت بیشتری می‌گیرد، پس از فکر کنید با پرسش‌های هدافمند، گازهای نیتروژن و آرگون و ویژگی‌هایشان معرفی می‌شوند. پیوند با زندگی بخش دیگری است که الزام یادگیری مفاهیم حجم، فشار، دما و مقدار گازها را به تصویر می‌کشد و توضیح می‌دهد کپسول‌های اکسیژن و آتش نشانی از دیگر کاربردهای مهم گازها در زندگی هستند که روش کاربرد ایمن آن‌ها، آشنایی با مولفه‌های فشار، حجم، دما و اثرات هر یک بر دیگری را می‌طلبد. در این قسمت از محتوا دو بعد مهندسی و ریاضیات رویکرد STEM به روشنی دیده می‌شود.

پس از این قسمت قوانین گازها و روابط مربوط به هریک گام به گام شرح داده می‌شود. این بخش چگونگی حل مسائل مربوط را به کمک روابط از پیش آموخته شده (مولی - مولی) و (مولی - جرمی) و (جرمی - جرمی)، و نحوه محاسبات استوکیومتری در شرایط STP و غیر STP را به دانش‌آموزان می‌آموزد. در این بخش می‌توان برای فهم بهتر روابط از تصاویر متحرک و یا شبیه‌سازهای علمی معتبر نظیر فت^۱ استفاده کرد (پرداختن به ابعاد علوم، فناوری و ریاضیات). خود را بیازمایید قسمت بعد به عنوان ارزشیابی تکوینی و جمع‌بندی قوانین گازها آورده شده است. در سوال اول دانش‌آموزان را به تفسیر روند یک نمودار و توجه به مولفه‌های آن تشویق می‌کند. در سوال دوم دانش‌آموزان باید آنچه آموخته‌اند را به کارگیرند و رابطه بین حجم و دمای یک گاز را در فشار ثابت رسم کنند. سوال سوم دانش‌آموزان را به تحلیل و بررسی چهار نمودار با مولفه‌های متفاوت گازها و می‌دارد و ارتباط هر مولفه با مولفه دیگر را در گازها نشان می‌دهد و در سوال چهارم آن‌ها را در سطح به کار بستن روابط پیش می‌آزماید (پرداختن به ابعاد علوم و ریاضیات).

¹ Phet: <https://phet.colorado.edu/fa/simulations/gases-intro>

در ادامه در پیوند با صنعت، فرآیند تولید آمونیاک به عنوان یکی از مهم‌ترین واکنش‌های بین گازها توضیح داده می‌شود. در این بخش تاکید می‌شود که هابر با پرداختن به این موضوع، موفق به دریافت نوبل شیمی شد. معلم باید به کمک نمودار ۲ نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر را توضیح دهد. پیشنهاد می‌شود به منظور یادگیری اثربخش، پس از گروه‌بندی، دانش آموزان به روش بارش فکری راهکارهای هابر را در مواجهه با چالش‌های تولید آمونیاک به زبان خود بیان کنند (تقویت بعد علوم).

در بخش آزمایش کنید، با یک آزمایش طی دو مرحله، چگونگی ارتباط دما و فشار گازها به دانش آموزان نشان داده می‌شود. بخش اول آزمایش به صورت دستورالعملی است و قدم به قدم مراحل آزمایش را توضیح می‌دهد. این آزمایش، آزمایشی ساده، ایمن با ابزاری در دسترس است که می‌تواند برای دانش آموزان چالش برانگیز باشد و یادگیری را به سطوح بالاتر ارتقا دهد. در این آزمایش شمع درون لیوان شیشه‌ای بلند می‌سوزد. در فضای داخل لیوان مولکول‌های هوای کمتری نسبت به شرایط عادی دما و فشار وجود دارد، اما به دلیل گرمای شعله شمع در حال سوختن، فشار هوای درون لیوان کاهش نمی‌یابد. با ادامه سوختن شمع، اکسیژن هوای درون لیوان کم می‌شود و در نهایت شمع خاموش شده و هوای درون لیوان سرد می‌شود، سرد شدن هوای درون لیوان به کم شدن فشار هوای درون لیوان می‌انجامد. هوای خارج از لیوان فشار بیشتری دارد پس آب را به داخل لیوان می‌راند تا جایی که فشار بیرون و درون آن برابر شود.

❖ ممکن است برخی از دانش آموزان بالا آمدن آب را به واکنش‌های شیمیایی سوختن شمع ربط دهند و تصور کنند وقتی شمع روشن می‌شود، اکسیژن هوا و مواد موجود در پارافین شمع با هم ترکیب شده و کربن دی‌اکسید و آب تولید می‌کنند. در مورد این واکنش شیمیایی اختلاف نظر خاصی وجود ندارد، اما ممکن است مبنای یک توضیح علمی نادرست برای این آزمایش شود که هنگام خاموش شدن شمع، اکسیژن موجود در هوای درون لیوان تمام شده است و از آنجا که ۲۱ درصد هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد، حجم هوای درون لیوان به اندازه‌ی ۲۱ درصد کم می‌شود، در نتیجه درون لیوان یک خلأ نسبی ایجاد می‌شود و آب در لیوان بالا می‌رود. این توضیح نادرست است!

✓ اگر این توضیح درست باشد، باید آب به اندازه یک‌پنجم حجم لیوان (حدود ۲۱ درصد) بالا برود اما آیا چنین می‌شود؟

✓ اینکه هر تعداد که شمع داشته باشیم، فقط به اندازه یک‌پنجم حجم لیوان اکسیژن داریم. پس با هر تعداد شمع باید آب به یک اندازه بالا برود؛ اما آیا وقتی با سه شمع تکرار شود نتیجه یکسان است؟

وقتی آزمایش با دو یا سه شمع انجام شود هنگام گذاشتن لیوان هوای بیشتری در اثر انبساط خارج می‌شود و در نتیجه آب به مقدار بیشتر بالا می‌آید، پس تکرار آزمایش و پرسش و فعالیت‌های تکمیلی راه حلی برای رفع کج‌فهمی‌های احتمالی است.

پس از مرحله اول آزمایش و توجیه درست علمی مشاهدات بایستی دانش آموزان گروه بندی شوند. در مرحله دوم، معلم با پرسشی چالش برانگیز و هدفمند می‌تواند از هر گروه بخواهد فکرکنند که چگونه می‌توان سکه را بدون خیس شدن دست خارج کرد. درواقع آب به قدری در لیوان شیشه‌ای بالا رود که سکه از آن خارج شود (شکل ۶). طراحی این موقعیت با همان آزمایش دانش آموزان را به فرضیه‌سازی و دقت بر عوامل موثر بر آزمایش تشویق می‌کند. معلم به عنوان راهنما رقابت گروه‌ها را به شیوه کاوشگری هدایت می‌کند و دانش آموزان با پیش‌بینی حالت‌های مختلف (تغییر در شکل ظرف آب، مثلاً استفاده از بشقاب یا کاسه، مقدار آب، تعداد شمع، شکل شمع، ارتفاع لیوان شیشه‌ای، قطر دهانه لیوان شیشه‌ای و...) فرضیه‌های خود را می‌سنجند و نتیجه‌گیری می‌کنند. مرحله دوم،

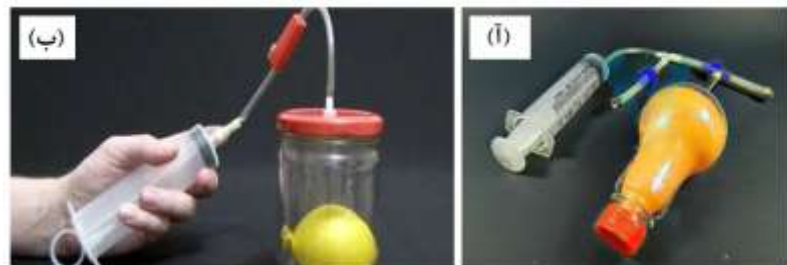
آزمایش را به سطوح بالاتر یادگیری ارتقا می‌دهد و پرسش‌های هدفمند و انجام فعالیت‌های تکمیلی، سنجشی از فهم و یادگیری دانش‌آموزان خواهد بود (ابعاد علوم، مهندسی و ریاضیات).

قرار گرفتن دانش‌آموزان در مسیر فکری کاوشگری می‌تواند به شکوفا شدن خلاقیت و ایده‌های آن‌ها بینجامد و می‌تواند دانش‌آموزان را به ساخت دست‌سازه‌های جالب دیگر با به کارگیری از مفاهیم علمی رفتار گازها نظیر فشارنمای گازی، پمپ وکیوم و... تشویق کند (شکل ۷).



شکل ۶- آزمایش نجات سکه، بالا آمدن آب در لیوان شیشه‌ای در اثر سوختن شمع.

برگرفته از سایت موزه علوم و فناوری ایران



شکل ۷- دست‌سازه‌های علمی مرتبط با رفتار گازها

در بخش تحقیق کنید پیشنهاد می‌شود به دانش‌آموزان منابع معتبر علمی معرفی شود هم‌چنین با توجه به کاربردهای متنوع و استفاده عموم از هوش مصنوعی می‌توان آن‌ها را به جمع‌آوری اطلاعات به کمک ابزار روز تشویق کرد. جست و جو در اینترنت می‌تواند ارتباط بین علوم و فناوری را پررنگ‌تر کند و باعث یادگیری هرچه بیشتر شود و انگیزه‌های شغلی را در حیطه‌های فنی، مهندسی و پزشکی در دانش‌آموزان به وجود آورد و هدایت حرفه‌ای-تحصیلی را به دنبال داشته باشد (بعد فناوری).

در پایان پنج سوال به عنوان ارزشیابی پایانی محتوا طراحی شده است. سوالات مطابق با سوالات پایان فصل کتاب درسی و سوالات مفهومی امتحانات نهایی است.

- ✓ در سوال اول تکمیل جمله با کلمات داده شده، از سطح دانشی و صرفاً به یاد آوردن به سطح فهم و درک ارتقا یافته است.
- ✓ در سوال دوم ارتباط بین دما و حجم گازها در سطح کاربرست ارزیابی می‌شود و بایستی دانش‌آموزان با به کار بردن این ارتباط، شکل بادکنک را پس از قرار گرفتن در ظرف محتوی نیتروژن مایع پیش‌بینی کنند.
- ✓ در سوال سوم در قالب حل یک مسئله به کاربردن کسر تبدیل‌های مناسب و روابط (مولی - مولی) و (مولی - جرمی) و (جرمی - جرمی)، و نحوه محاسبات استوکیومتری در شرایط STP مورد سنجش قرار می‌گیرد.
- ✓ سوال چهار در برگیرنده چهار بخش است که برای پاسخ صحیح به هر بخش، درک ارتباط بین حجم، فشار و تعداد مول گازی لازم است. در این سوال هم‌چنین پیشرفت دانش‌آموزان در به کاربردن صحیح رابطه‌ها و محاسبات سنجیده می‌شود.
- ✓ در سوال پنجم تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر مورد پرسش است و دانش‌آموزان را به تحلیل کردن وا می‌دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

گازها علاوه بر اینکه در حیات موجودات زنده نقش دارند به طور گسترده در صنایع مختلفی چون نفت و گاز، پتروشیمی، کود و سایر مواد شیمیایی، معدن، فولادسازی، فلزات، حفاظت از محیط زیست، صنعت دارو، مواد غذایی، الکترونیک، هوافضا و... کاربرد دارند. از این رو ویژگی‌ها و رفتار گازها باید در برنامه‌ی درسی متوسطه دوم مورد بررسی قرار گیرد تا چالش‌ها و دغدغه‌های آموزش این مبحث تا آنجا که ممکن است اصلاح شود، به طوری که موضوع برای دانش‌آموزان جذاب باشد و آن‌ها به یادگیری و آموختن راغب شوند.

در آموزش، فرآیندهایی که فراگیران تعامل بیشتری با محیط آموزشی، یکدیگر و معلم دارند یادگیری مؤثرتر و ماندگارتر است و علاقه، انگیزه و کنجکاوی آن‌ها به یادگیری زیاد است. در اکثر محیط‌های آموزشی به علت محدودیت‌های زمانی و گاه مکانی برقراری ارتباط عمیق بین مفاهیم یک موضوع به سختی رخ می‌دهد. از این رو تولید محتوای مناسب با روش‌های فعال و نوین آموزشی می‌تواند تا حد زیادی این مشکلات را برطرف نماید.

در محتوای حاضر به چگونگی آموزش رفتار گازها با استفاده از رویکرد STEM پرداخته شده است. آموزش فراگیران با رویکرد STEM بر مهارت‌های قرن بیست و یکم متمرکز است و علاوه بر آموزش مفاهیم علمی و مهارت‌های مربوط به فشار، حجم و دمای گازها به دانش‌آموزان می‌آموزد آنچه را که یاد گرفته‌اند در عمل به کار گیرند، و در نهایت به عنوان شهروندان آگاه و توانمند برای زندگی بهتر آماده شوند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی طبق ابلاغ گزنت شماره ۱۴۰۴/۳۹۱۰۳۳ مورخ ۱۴۰۴/۰۳/۱۷ انجام گردیده است.

References

- Abdullah Mirzaie, R; Shah Moradi, M; Koohi Faegh, A (2018), Guided inquiry-based learning in chemistry education. Tehra, Shahid Rajee Teacher Training University, National Bibliography Number: 5133107.
- Ahmadi, Z; Sabbaghan, M; Ghalkhani, M. (2023) Combining green chemistry and STEM in battery education for chemistry students, *Chemistry Research*, 5, 215-223. DOI: [Link]
- Ahmadi, Y. (2020) Misconceptions of Primary School Teachers in Marand about the States of Matter, *Research in Chemistry Education*, 2 (1), 57-67. SID: [Link]
- Chan, M; Leng Kelvin Tan, Y; Subramaniam, R. (2024). Depiction of scientific principles, laws, and theories in Chemistry textbooks used by students in Singapore, *Chemistry Education Research Practice*, 25, 687-702. DOI: [Link]
- Firefighting article archive site No.174. [Link]
https://www.inmost.ir/candle-water/
- Ješková, Z; Šnajder, L; & Guniš, J. (2024). Active learning in STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 2715(1), 012019. IOP Publishing. DOI: [Link]
- Knowledge-based site for the development of inquiry-based learning technologies (Fan Yad), [Link]
- Mortimer, C.E. (1986) General Chemistry 1. Translated by Issa Yavari. 1999. 6th edition. Tehran: University Sciences Publishing House. Chapter 10.
- Mufit, F; & Fauzan, A. (2023). The Effect of Cognitive Conflict-Based Learning (CCBL) Model on Remediation of Misconceptions. *Journal of Turkish Science Education*, 20(1), 26-49. DOI: [Link]
- Nikrou Shaldehi, N. (2024) Scientific demonstration: a smart way to teach covalent bonds, *Research in Chemistry Education*, 6(1), 4-13. DOI: [Link]
- O'Hanlon, J. F; & Gessert, T. A. (2024). Chapter 2 "Gas Properties". PP- 11-25, in the book "A Users Guide to Vacuum Technology", Wiley Semiconductors, DOI: [Link]
- Quilez-Pardo, J. (1995). Student's and teacher's misapplication of Le Châtelier's principle: implications for the teaching of chemical equilibrium, *Journal of Research in Science Teaching*, 23(9), 939-957 DOI: [Link]
- Şahin, E. Sarı, U. & Şen, Ö. F. (2024). STEM professional development program for gifted education teachers: STEM lesson plan design competence, self-efficacy, computational thinking and entrepreneurial skills. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101439. DOI: [Link]
- Solihah, P. A; Kaniawati, I; Samsudin, A; & Riandi, R. (2024). Prototype of the greenhouse effect for improving problem-solving skills in science, technology, engineering, and mathematics (STEM)-education for sustainable development (ESD): Literature review, bibliometric, and experiment. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 9(1), 163-190. DOI: [Link]
- Salehi avval, M; Bahrami Maddah, A. M. (2022) A review of students' common Misconception in high school chemistry education, *Research in Chemistry Education*, 4(2), 264-270. [Link]