

E-LKPD 4

"GAS IDEAL"

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menjelaskan konsep hukum boyle dengan benar
2. Peserta didik dapat menerapkan konsep hukum boyle melalui percobaan sederhana untuk menyelesaikan permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari
3. Peserta didik dapat menganalisis hubungan antara tekanan, volume, dan suhu gas berdasarkan hukum Boyle dengan benar

1. Orientasi Masalah

Perhatikan gambar dan narasi dibawah ini!



Gambar 8. Memompa ban sepeda

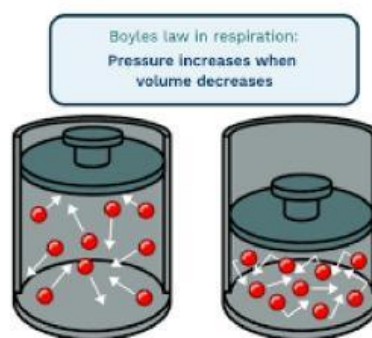
Pada suatu pagi, Jamal ingin berangkat ke sekolah, tetapi ia menyadari bahwa ban sepedanya kempes. Ia kemudian mengambil pompa sepeda dan mulai memompa ban tersebut. Ketika Jamal menekan pegangan pompa ke bawah, udara di dalam pompa masuk ke dalam ban sepeda. Saat memompa, Jamal merasakan bahwa semakin ke bawah pompa tersebut ditekan, maka semakin keras pompa tersebut ditekan. Ia pun mulai bertanya-tanya mengapa pompa sepeda terasa semakin keras ditekan saat pegangan pompa didorong ke bawah?

Jawab :

Uraian Materi

Hukum Boyle merupakan salah satu hukum dasar dalam kajian gas yang menjelaskan bagaimana tekanan dan volume gas saling berhubungan ketika suhu dijaga tetap. Hukum ini ditemukan oleh ilmuwan Inggris, Robert Boyle (1627–1691), melalui serangkaian percobaan yang menunjukkan bahwa perubahan tekanan akan selalu diikuti oleh perubahan volume secara teratur.

Secara konsep, Hukum Boyle menyatakan bahwa tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya pada suhu konstan. Artinya, jika suatu gas ditekan sehingga volumenya menjadi lebih kecil, maka tekanannya akan meningkat. Sebaliknya, jika gas dibiarkan mengembang sehingga volumenya membesar, maka tekanannya akan menurun. Hubungan ini terjadi karena partikel-partikel gas selalu bergerak bebas dan saling bertumbukan dengan dinding wadahnya. Ketika volume diperkecil, ruang gerak partikel menjadi lebih sempit sehingga frekuensi tumbukan meningkat. Akibatnya, tekanan yang diberikan gas terhadap dinding wadah menjadi lebih besar.



Gambar 9. Eksperimen hukum boyle

Hubungan antara tekanan dan volume gas dapat dinyatakan sebagai:

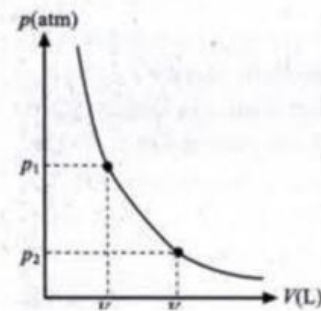
$$P \cdot V = \text{konstan}$$

Untuk dua keadaan berbeda, persamaan dapat dituliskan sebagai:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Keterangan:

- P = tekanan gas (Pa atau atm)
- V = volume gas (m^3 atau L)
- P_1, V_1 = keadaan awal
- P_2, V_2 = keadaan akhir



Gambar 10. Grafik p-v hukum boyle

Grafik tekanan terhadap volume (P-V) pada Hukum Boyle berbentuk kurva hiperbola menurun, yang menunjukkan bahwa tekanan berbanding terbalik dengan volume pada suhu tetap. Artinya, ketika volume gas diperbesar, tekanannya akan menurun, dan sebaliknya jika volume diperkecil maka tekanan akan meningkat. Hubungan ini terjadi karena pada volume yang lebih kecil, partikel gas lebih sering bertumbukan dengan dinding wadah sehingga tekanan meningkat, sedangkan pada volume yang lebih besar, frekuensi tumbukan berkurang sehingga tekanan menurun.

Penerapan Hukum Boyle dapat ditemukan dengan mudah dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh yang paling sederhana adalah saat menggunakan pompa sepeda. Contoh lain adalah penggunaan suntikan (sprit) dalam dunia medis. Ketika piston suntikan ditarik, volume ruang di dalam suntikan membesar sehingga tekanan di dalamnya menjadi lebih rendah dibandingkan tekanan luar. Akibatnya, cairan dari luar masuk ke dalam suntikan. Sebaliknya, ketika piston ditekan, volume mengecil dan tekanan meningkat, sehingga cairan dapat keluar dari suntikan.

Hukum Boyle juga berperan dalam sistem pernapasan manusia. Saat kita menarik napas, rongga dada membesar sehingga volume paru-paru meningkat. Peningkatan volume ini menyebabkan tekanan udara di dalam paru-paru lebih rendah dibandingkan tekanan udara luar, sehingga udara masuk ke dalam paru-paru. Ketika kita menghembuskan napas, volume paru-paru mengecil, tekanan meningkat, dan udara keluar dari paru-paru.

Dalam bidang teknologi, prinsip Hukum Boyle digunakan pada berbagai alat seperti kompresor udara, tabung gas bertekanan, dan alat penyelam (scuba diving). Misalnya, pada tabung udara penyelam, tekanan gas sangat tinggi karena volumenya diperkecil. Saat digunakan di bawah air, perubahan tekanan lingkungan juga memengaruhi volume udara yang dihirup, sehingga pemahaman tentang Hukum Boyle sangat penting untuk keselamatan.

2. Pengorganisasian Peserta Didik

Berdasarkan fenomena tersebut, peserta didik diminta untuk bekerja sama dalam kelompok agar dapat mendiskusikan peristiwa yang diamati. Melalui kegiatan diskusi, peserta didik mengidentifikasi permasalahan yang muncul dari gambar yang disajikan serta menganalisis hubungan antara suhu, volume, serta tekanan gas berdasarkan hukum Boyle dalam peristiwa tersebut.

3. Memimbing Penyelidikan

Setiap kelompok menyiapkan alat dan bahan untuk melakukan percobaan menggunakan alat sederhana. Melalui percobaan tersebut, peserta didik diminta untuk menganalisis hubungan antara tekanan, volume, dan suhu gas berdasarkan hukum Boyle.

Silahkan lakukan percobaan ini.

A. Alat dan Bahan

1. Suntikan (sprit) tanpa jarum (10 mL atau 20 mL)
2. Plastisin/karet penutup
3. Beban logam, dengan massa berbeda
4. Penggaris
5. Timbangan

B. Langkah Kerja

1. Tarik piston suntikan hingga volume awal tertentu (misalnya 10 mL).
2. Tutup ujung suntikan dengan plastisin agar udara tidak keluar.
3. Letakkan suntikan secara vertikal dengan piston di bagian atas.
4. Letakkan beban logam di atas piston secara bertahap (misalnya 50 g, 100 g, 150 g, dan seterusnya).
5. Amati perubahan volume udara di dalam suntikan setiap kali beban ditambahkan.
6. Catat volume yang terbaca pada skala suntikan.
7. Pastikan suhu lingkungan tetap (tidak ada pemanasan langsung).
8. Ulangi percobaan untuk memperoleh data yang lebih akurat.

C. Tabel Pengamatan

No	Massa Beban Logam (g)	Tekanan (Relatif)	Volume Gas (mL)	$P \times V$
1	0	1 atm	10	
2	50			
3	100			
4	150			
5	200			

Jawab :

4. Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Setelah melakukan percobaan, peserta didik diminta untuk mengolah data hasil penyelidikan dalam bentuk laporan tertulis atau poster ilmiah dan menarik kesimpulan mengenai konsep kalor. Selanjutnya, setiap kelompok mempresentasikan hasil kerja dan diskusi yang telah dilakukan serta saling memberikan umpan balik antar kelompok.

Setelah semua kelompok mempresentasikan hasilnya, akan diadakan diskusi kelas untuk menyimpulkan konsep utama yang telah dipelajari.

Jawab :

5. Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

Jawablah pertanyaan berikut secara mandiri sebagai bentuk refleksi dari proses pemecahan masalah yang telah dilakukan:

1. Apakah hasil percobaan yang diperoleh sudah sesuai dengan teori? Berikan alasannya
2. Bagaimana hubungan antara hasil penyelidikan dengan teori yang telah dipelajari?

Jawab :

Soal Evaluasi

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Hukum Boyle! Sertakan hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu tetap!
2. Sebuah piston berisi gas dengan volume awal 2,2 liter dan tekanan awal $2 \times 10^5 Pa$. Jika tekanan gas dinaikkan menjadi $6 \times 10^5 Pa$ pada suhu tetap, berapakah volume akhirnya?
3. Sebuah gas mengalami perubahan tekanan dan volume, namun suhu tidak dijaga tetap. Apakah Hukum Boyle masih berlaku? Jelaskan alasanmu

Jawab :

1.

2.

3.

