

Eksperimen Verifikasi Hukum Boyle dan Hukum Gas Ideal

Dragia Trifonov Ivanov

Department of Physics, Faculty of Education, 'P Hilendarsky' University of Plovdiv,
24, Tsar Assen Strasse, 4000 Plovdiv, Bulgaria

Translated by

ARIF HIDAYAT

Abstraksi

kami menawarkan dua eksperimen berbasis verifikasi mengenai hukum Boyle dan Hukum Gas Ideal. Dalam membawakan eksperimen ini kami menggunakan tabung kaca, air, sebuah syringe (pipa penghisap) dan manometer logam. sebagai acuan kami menggunakan tekanan uap air. dan untuk tujuan pengajaran, percobaan kemudian dikarakterisasi aksesabilitasnya dan disajikan presisi hasilnya di sini.

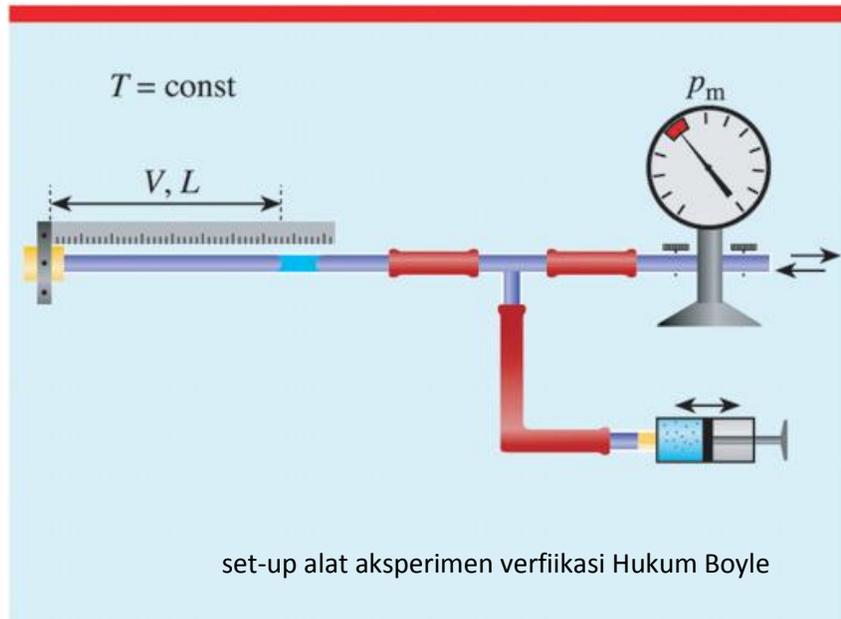
Kajian proses isothermis (Hukum Boyle $PV=Konstan$)

Dalam penelitiannya mengenai gas ideal, Robert Boyle (1627 – 1691) menggunakan tabung gelas berbentuk huruf J, dengan merkuri di masukkan dalam tabung itu. Eksperimen ini tidak dapat dibawa dalam kelas karena penggunaan raksa dalam kelas dilarang. disamping karena percobaan itu sebenarnya menggunakan silinder transparan khusus yang dapat naik-turun. percobaan yang mirip demikian akan tetapi menggunakan Syringe sudah diketahui sebelumnya. Dalam kasus ini manometer dan tekanan sistem di dalamnya langsung dihubungkan dengan volume gas dalam manometer. sebenarnya ketika itu ada volume gas yang tidak dapat dikendalikan yang sulit untuk dihitung. tentu saja hal ini akan mereduksi presisi hasil percobaan.

Jadi perlu untuk merancang set percobaan yang lebih sederhana namun akurat dalam menentukan hukum Boyle. Kami mengajukan sebuah eksperimen dengan tabung kaca yang panjangnya 30-50cm, diameter ketebalan tabung 3 – 5mm seperti gambar 1. di bawah.

Sebuah kolom air sepanjang 2-3cm kemudian dimasukkan ke dalam tabung dan berjarak kira-kira 20 cm dari masing-masing ujung tabung. di ujung tabung dipasang karet yang kemudian di beri baut yang dapat menyumbat dan dapat dibuka. ketika kolom air sudah terisi maka ujung tabung yang diberi karet tadi di tutup. kemudian dalam tabung tadi karena tidak semua ruang terisi dengan air maka terdapat sejumlah Volume udara V pada dengan temperatur t , yang diasumsikan selama eksperimen T adalah

konstan ($T = \text{konstan}$). Untuk menutup ujung yang satunya lagi yang berisi udara dapat menggunakan tutup kaca atau sejenisnya. Karena penampang lintang dari tabung tetap sepanjang tabung, maka Volume udara yang ada di dalamnya sebanding dengan panjang L kolom udara, yakni $V \sim L$, untuk itu volume dapat dihitung dalam satuan relatif, millimeter, dengan bantuan penggaris millimeter. Bagian lain dari tabung dihubungkan dengan klep pada manometer logam dan sebuah syringe (pipa penghisap). Volume syringe 50cm^3 , dan pistonnya perlu untuk diuji agar berfungsi dengan baik. Karena udara dalam tabung bercampur dengan air maka akan ada tekanan uap jenuh p_s (pada temperatur yang bersesuaian) dalam volume V .



Ketika piston bergerak, volume udara syringe dan tekanan dalam sistem juga berubah. Pada tekanan tertentu kolom air dalam tabung bergeser dan berada pada posisi yang tetap, ketika tekanan total udara p dan tekanan uap jenuh air p_s sama dengan tekanan p_m yang ada dalam syringe, yaitu:

$$p + p_s = p_m$$

sehingga

$$p = p_m - p_s$$

Biasanya tekanan p_m yang diukur menggunakan manometer merupakan tekanan atmosfer. Tekanan uap air jenuh pada berbagai temperatur disajikan dalam tabel 1, termasuk pembacaan tekanan atmosfer. Jika eksperimen dilakukan pada suhu kamar, tekanan uap air jenuh akan sangat kecil sehingga dapat tidak dilibatkan dalam perhitungan. Tapi, kalau itu tetap dimasukkan dalam perhitungan, maka hukum Boyle akan menjadi:

$$(p_m - p_s) L = \text{Konstan}$$

percobaannya berlangsung sebagai berikut : Setelah selesai men-set alat dua katup manometer di buka. mula-mula piston dalam syringe bergerak dalam posisi yang minimum di dalam, kemudian salah satu katup terluar manometer di tutup. Seiring piston tertarik perlahan, maka tekanan sistem tertentu, lebih kecil dari tekanan atmosfer, dan volume yang bersesuaian dengan keadaan itu kemudian diukur. hasilnya diberikan dalam table di bawah ini:

Table 1. Tekanan Uap Air Jenuh bergantung pada Temperatur

t (°C)	p_s (kPa)	t (°C)	p_s (kPa)	t (°C)	p_s (kPa)	t (°C)	p_s (kPa)
0	0.61						
1	0.66	26	3.36	51	12.96	76	40.20
2	0.71	27	3.56	52	13.62	77	41.91
3	0.76	28	3.78	53	14.30	78	43.66
4	0.81	29	4.00	54	15.01	79	45.49
5	0.87	30	4.24	55	15.74	80	47.37
6	0.94	31	4.49	56	16.51	81	49.32
7	1.00	32	4.75	57	17.32	82	51.35
8	1.07	33	5.03	58	18.15	83	53.43
9	1.15	34	5.32	59	19.02	84	55.59
10	1.23	35	5.62	60	19.92	85	57.82
11	1.31	36	5.94	61	20.87	86	60.12
12	1.40	37	6.28	62	21.85	87	62.51
13	1.50	38	6.63	63	22.86	88	64.97
14	1.60	39	6.99	64	23.92	89	67.51
15	1.71	40	7.38	65	25.02	90	70.12
16	1.82	41	7.78	66	26.15	91	72.83
17	1.94	42	8.20	67	27.34	92	75.63
18	2.06	43	8.64	68	28.57	93	78.52
19	2.20	44	9.10	69	29.85	94	81.49
20	2.34	45	9.58	70	31.17	95	84.55
21	2.49	46	10.09	71	32.55	96	87.72
22	2.64	47	10.61	72	33.97	97	90.98
23	2.81	48	11.17	73	35.44	98	94.33
24	2.98	49	11.74	74	36.97	99	97.82
25	3.17	50	12.34	75	38.56	100	101.32

Kemudia posisi piston dikembalikan dalam keadaan semula (tanpa mengganggu kolom air yang ada) dan katup terluar dari manometer dibuka. Piston kemudian kemudian berada pada posisi maksimum dan katup di tutup. Hal ini dilakukan agar ada perubahan yang lebih besar pada volume kolom air. selanjutnya, eksperimen diteruskan dan piston digerakkan ke arath dalam pada tekanan yang berbeda-beda, lebih besar dari tekanan atmosfer, dengan volume yang bersesuaian saat itu di baca lewat penggaris. Hasil data p dan V kemudian dikali kemudian dibandingkan dengan Hukum Boyle, dimana $pV = \text{konstan}$, bahkan kemudian dibuat grafik $p = f(V)$. Hasil eksperimen kemudian disajikan dalam tabel 2 menggunakan nilai tekanan, volume yang terukur untuk suhu 20°C dan pada tekanan uap air jenuh $p_s = 0,02\text{atm}$.

Sebagai terlihat dalam tabel bahwa hasil kali tekanan dan volume mendekati angka yang sama, dengan akurasi 0,5% dari nilai rata-rata, karena volume dan tekanan gas berubah secara signifikan, hasil eksperimen dapat diterima sebagai hasil yang reliabel. Akurasi yang baik diperoleh karena perhitungan yang akurat pada volume udara di dalam tabung yang secara total dapat dikontrol dan pembacaan tekanan uap air jenuh yang akurat

Table 2. Perhitungan p_m dan V pada $t = 20^{\circ}\text{C}$ dan $p_s = 0.02 \text{ atm}$.

t ($^{\circ}\text{C}$)	p_s (atm)	p_m (atm)	V (mm)	$(p_m - p_s)V$
		0.4	336	128
		0.6	223	129
		0.8	164	128
		1.0	132	129
20	0,02	1.2	109	129
		1.4	93	128
		1.7	77	129
		2.0	65	129
		2.3	56	129
		2.5	52	129