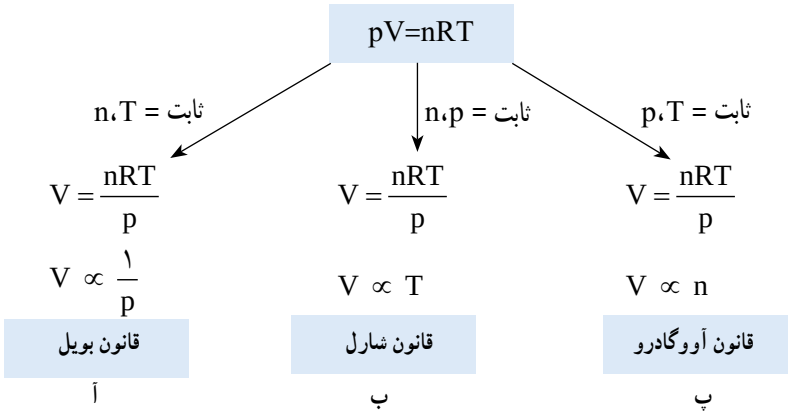
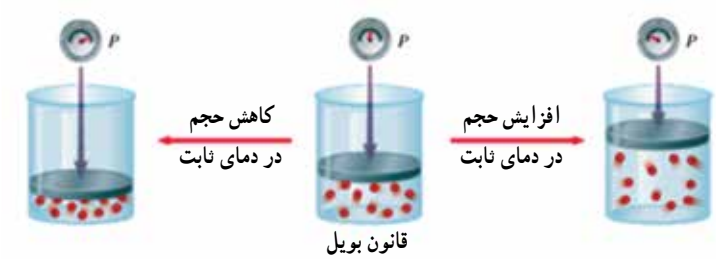
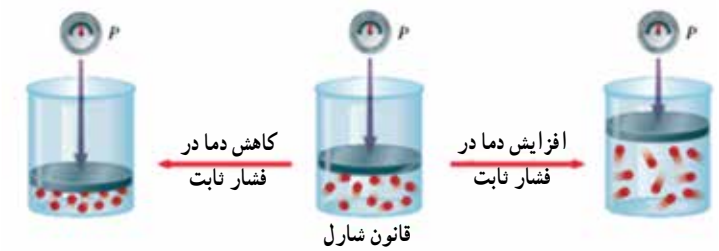




(آ)



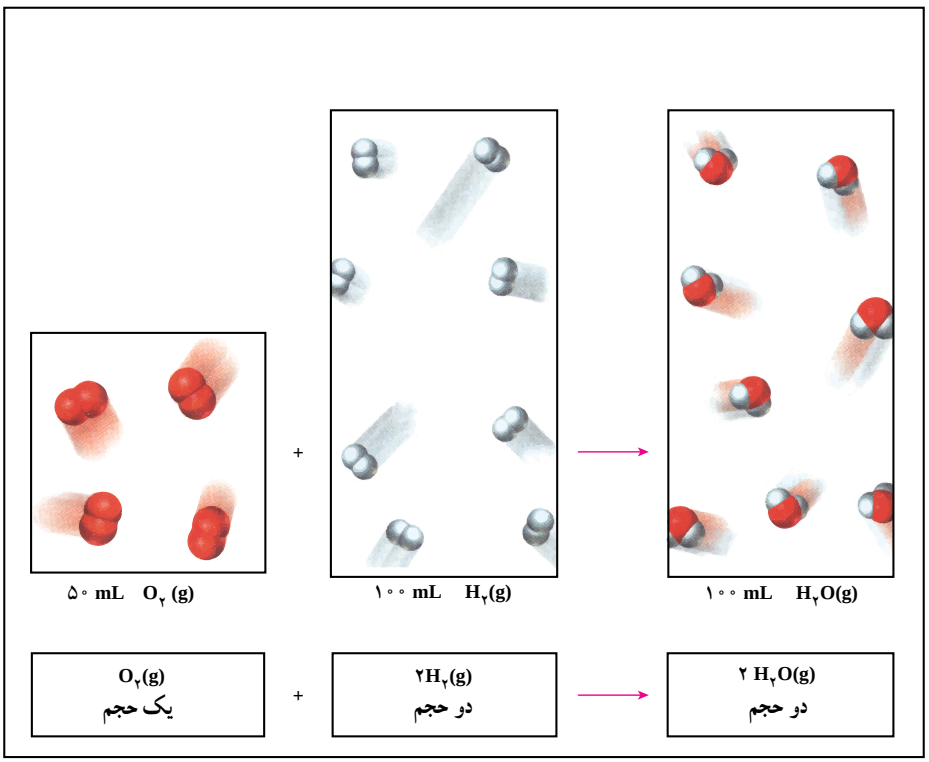
(ب)

(پ)

شکل ۱۱ــ قوانین گازهای ایده‌آل

قانون نسبت‌های ترکیبی (Law of Combining Volumes)

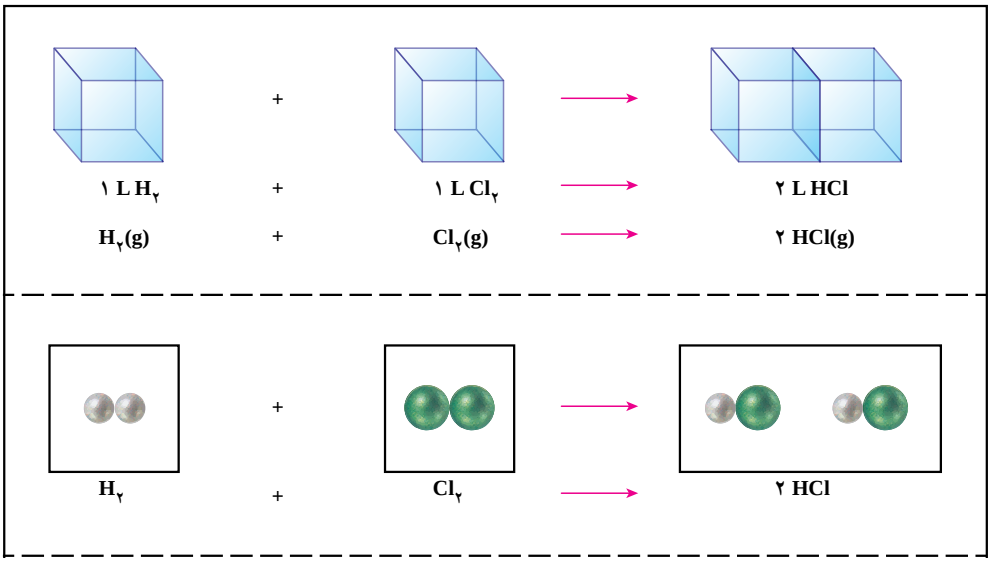
در اواخر قرن نوزدهم، دانشمندی فرانسوی به نام گی لوساک (۱۸۵۰ــ۱۷۷۸ میلادی[۱])، با مطالعهٔ واکنش‌های شیمیایی پی برد هنگامی که گازهای مختلف در دما و فشار ثابت با یکدیگر واکنش می‌دهند، نسبت حجم گازهایی که با هم واکنش می‌دهند با کوچک‌ترین نسبت دو عدد صحیح مشخص می‌شود. برای نمونه، وقتی گازهای هیدروژن و اکسیژن در دما و فشار ثابت واکنش می‌دهند، نسبت حجم گاز هیدروژن واکنش داده به حجم گاز اکسیژن واکنش داده، ۲ به ۱ است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ــ قانون نسبت‌های ترکیبی

این مشاهده‌ها به قانون نسبت‌های ترکیبی یا حجم‌های ترکیبی گازها شناخته می‌شود که توسط گی لوساک، ارائه شد. طبق این قانون، در دما و فشار ثابت نسبت‌های حجمی مواد شرکت کنندهٔ گازی در یک واکنش با نسبت‌های مولی آنها برابر است (شکل ۱۳).

۱ــ Joseph Gay–Lussac



شکل ۱۳ ــ واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر در دما و فشار ثابت و قانون نسبت‌های ترکیبی

پرسش : یک لیتر از یک هیدروکربن (در دما و فشار ثابت) به‌طور کامل با اکسیژن واکنش می‌دهد و ۶ لیتر گاز کربن‌دی‌اکسید و ۳ لیتر بخار آب تولید می‌کند. فرمول مولکولی این هیدروکربن چیست؟

قانون آووگادرو (Avogadro's Law)

اندکی پس از ارائهٔ قانون نسبت‌های ترکیبی توسط گی لوساک، دانشمندی ایتالیایی به نام آمدئو آووگادرو (۱۸۵۶ــ۱۷۷۶ [۱]) اعلام کرد که «حجم‌های مساوی از گازهای مختلف در دما و فشار ثابت، تعداد مولکول‌های برابری دارند». بنابراین، اگر مولکول‌های واکنش دهنده به نسبت ۱ : ۱ واکنش دهند، نسبت حجم‌هایی که آنها با هم واکنش می‌دهند نیز ۱ :۱ خواهد بود. سپس این‌گونه نتیجه گرفت که در دما و فشار ثابت، حجم گازها با تعداد ذره‌های آن متناسب است و به نوع ذره‌ها ارتباطی ندارد (جدول ۵).

$$\text{حجم گاز} \propto \text{تعداد ذره‌ها}$$

$$V \propto n$$

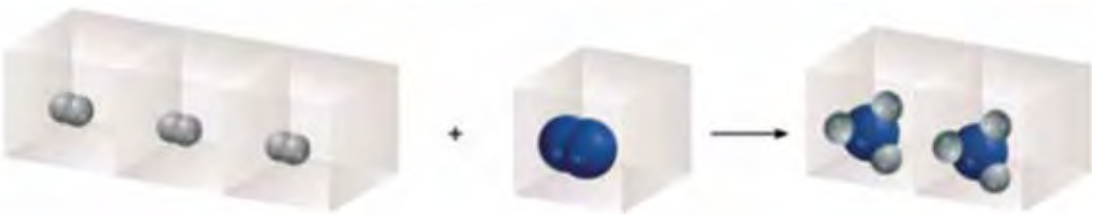
۱ــ Amedeo Avogadro

جدول۵ــ برخی ویژگی‌های گازهای گوناگون در شرایط استاندارد

نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
گاز	H_2	Ne	CO_2	O_2	He
مول	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۱/۰
حجم	۵/۶L	۵/۶L	۱۱/۲L	۱۱/۲L	۲۲/۴L
جرم	۰/۵g	۵g	۲۲/۰g	۱۶/۰g	۴/۰g

اگر در رابطهٔ pV= nRT، مقدار هریک از کمیت‌ها را در شرایط STP قرار دهیم و n را برابر ۱ مول در نظر بگیریم، آنگاه حجم مولی گاز ایده‌آل به‌دست می‌آید :

$$pV = nRT \xrightarrow[R=0/0820]{\substack{p=1atm \\ T=273K}} V = 22/41\,L$$



$3H_2$ (g)	+	N_2 (g)	⟶	$2NH_3$ (g)
۳ مولکول	+	۱ مولکول	⟶	۲ مولکول
۳ مول	+	۱ مول	⟶	۲ مول
۳ حجم	+	۱ حجم	⟶	۲ حجم

شکل ۱۴ــ قانون نسبت‌های ترکیبی و حجمی

در نمودار ۱، حجم مولی اندازه‌گیری شده برای چند گاز در شرایط STPنشان داده شده است.

همان‌طور که می‌بینید، حجم گازهای حقیقی با گاز ایده‌آل اختلاف زیادی ندارد. در واقع برخی گازهای حقیقی در دمای اتاق و فشار ۱atm، شبیه به گاز ایده‌آل رفتار می‌کنند؛ اما در فشارهای بالا و

دماهای پایین گازهای حقیقی مطابق گاز ایده‌آل رفتار نمی‌کنند. به طوری که هر چه فشار بالاتر و دما

نمودار ۱ ــ حجم مولی چند گاز در شرایط STP