

PRIBOR ZA PROUČAVANJE PLINSKIH ZAKONA

PRIBOR ZA PROUČAVANJE PLINSKIH ZAKONA

Svrha i sastav

Pribor je namijenjen za pokuse u višim razredima srednje škole, kod proučavanja osnovnih svojstava plinova.

Pomoću njega možemo prikazati:

- Boyle - Mariotteov zakon - izotermna promjena
- Ovisnost volumena plina o temperaturi kod stalnog tlaka - izobarna promjena
- Ovisnost tlaka plinova od temperature kod stalnog volumena - izohorna promjena
- Ovisnost između volumena, tlaka i temperature plinova - jednadžba stanja plina
- Uz dodatak indikatora temperature i manometra možemo prikazivati pad temperature zraka kod adijabatskog širenja.

Pribor sadrži:

Limeni mijeh (cilindar) s naborima koji omogućuju promjenu volumena. Mijeh u slobodnom stanju ima promjer 100 mm i visinu 100 mm.

Na mijeh su pričvršćeni metalni poklopac i dno. Poklopac ima priključak za gumeno crijevo kojim mijeh spajamo s manometrom i vakuometrom. Kroz taj se priključak može u unutrašnjost mijeha uvesti termoelement osjetljivog galvanometra. Na poklopcu je uporni tuljac u koji je pokretno učvršćen donji kraj vijka.

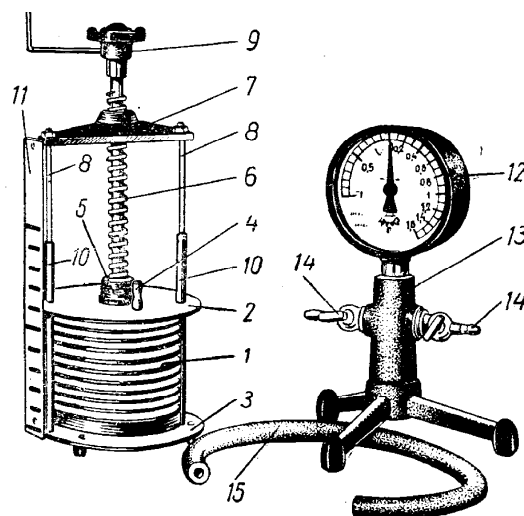
Vijak s korakom 6 mm uvrće se kroz poprečnu gredu od bakelita koja je uglavljena na dvije šipke za vođenje. Šipke su s donje strane maticama učvršćene na za dno uređaja.

Okretanjem vijka možemo mijenjati visinu limenog mijeha od 75 - 150 mm, a time i volumen, s dovoljnom točnošću. Da mijeh ne bi rastegli preko predviđene granice, na šipke za vođenje navučene su cjevčice - graničnici. Skupljanje mijeha ograničeno je dužinom vijka, a također i izbočenim proširenjima na šipkama za vođenje.

Uz jednu od šipki pričvršćena je mjerna skala na kojoj možemo očitavati volumen mijeha u relativnim jedinicama. Skala je podijeljena na deset dijelova, a jedan dio iznosi 15 mm.

Kroz glavu vijka provučena je mala ručica, za lakše okretanje kad želimo brzo izmijeniti volumen plina koji je zatvoren u mijehu (adijabatski proces).

Uređaj je upotpunjen manovakuometrom za mjerenja tlaka do 1,6 bara, koji ima dva jednohodna ventila s priključcima za gumeno crijevo. U pribor spada i gumeno crijevo za vakuum dužine 400 mm.



Slika 1: 1 - mijeh promjenljive zapremnine; 2 - metalni poklopac; 3 - dno; 4 - priključak za gumeno crijevo; 5 - uporni tuljac; 6 - vijak; 7 - poprečna greda; 8 - šipke za vođenje; 9 - glava vijka s ručicom za brzo okretanje; 10 - cjevčice - graničnici; 11 - mjerna skala; 12 - manovakuometar; 13 - stalak; 14 - ventili s priključcima; 15 - gumeno crijevo

Pokusi s priborom

UPOZORENJE!

Treba imati u vidu da je osnovni dio pribora - metalni mijeh s naborima poput harmonike, izrađen od vrlo tanke folije berilijske-bronce. Ta je folija elastična, ali kod rada ne podnosi oštre trzaje. Zato kod izvođenja pokusa **ne smijemo nastojati da mijeh stisnemo prekomjerno u krajnji donji položaj, niti da ga rastegnemo iznad graničnika, a pogotovo nije dopušteno skidanje graničnika - jer to može dovesti do pukotina na mjestu pregiba mijeha.** Najčešća pogreška u izvođenju pokusa je nastojanje da se volumen promijeni za faktor veći od 2.

Pokus 1. Boyle- Mariottov zakon.

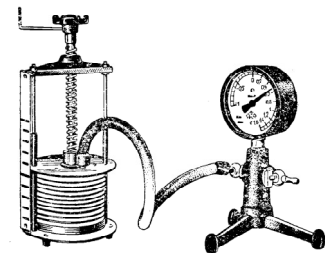
Na početku treba učenicima opisati pribor i ukazati na to da se volumen promatranog plina (zraka) koji se nalazi u limenom mijehu, mijenja razmjerno promijeni visine mijeha. Volumen mjerimo očitavanjem jedinica na skali, koja je učvršćena na uređaj. Kao kazaljka pri očitavanju služi rub poklopca mijeha.

Uređaj sastavimo prema slici 2.

Dok je drugi ventil manovakuumetra otvoren, odvrtnjem vijka rastežemo mijeh, tako da rub poklopca dođe na sredinu gornjeg dijela skale (7 - 8 jedinica volumena zraka).

Zatim zatvorimo ventil i u nekoliko koraka lagano smanjujemo volumen zraka u mijehu, pazeći na pokazivanje manovakuumetra.

Kod smanjivanja volumena, tlak će se odgovarajuće povećati, a zatim kod povećavanja volumena tlak će se smanjiti. Zapisat ćemo dobivene rezultate u tablicu. Analiza mjernih podataka pokazuje, da je uz nepromijenjenu masu zraka, (tj. isti broj čestica plina) i uz stalnu temperaturu umnožak volumena i tlaka plina konstantan.



Slika 2.

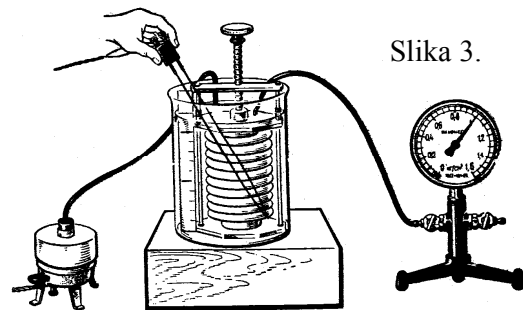
Pokus 2. Ovisnost volumena plina o temperaturi kod stalnog tlaka.

Za ovaj pokus treba imati dodatno : demonstracioni termometar, staklenu posudu, kotlić za stvaranje pare, električno kuhalo ili neki drugi grijač. Pribor sastavljamo prema slici 3.

Gumenim crijevom spojimo cijevni nastavak na poklopce limenog mijeha s jednim ventilom na stupu manovakuumetra. Zatim, dok je drugi ventil na manovakuumetru otvoren, okretanjem vijka dovedemo poklopac mijeha otprilike nasuprot petog ili šestog dijela skale. Zatvorimo ventil i provjerimo da li kazaljka manovakuumetra stoji na "0" (tlak u unutrašnjosti mijeha je jednak atmosferskom).

Mijeh potopimo u posudu s vodom u koju smo prije stavili nešto leda, tako da temperatura zraka (plina) u mijehu bude "0°C".

Pričekamo nekoliko minuta, da se temperature vode i zraka u mijehu izjednače, a onda izmjerimo temperaturu vode. Tu početnu temperaturu i volumen zapišemo, a zatim kroz vodu počnemo propuštati paru iz kotlića (generatora pare). Pri tom će se tlak zraka u mijehu povisiti, a budući da želimo izobarnu promjenu moramo odvrtnjem vijka povećati volumen tako da tlak dođe na početnu vrijednost, tj. atmosferski. Miješajući vodu u posudi i mjereći demonstracionim termometrom (s termoparom) temperaturu vode nakon svakog porasta od 15 - 20⁰, očitavamo na volumen zraka u mijehu u relativnim jedinicama skale na uređaju. Rezultate mjerenja zapisujemo u tablicu. Uzevši za početni volumen 5 ili 6 relativnih jedinica i 0⁰C, prema podacima iz tablice crtamo grafikon, nanoseći na apscisu temperaturu, a na ordinatu volumen.

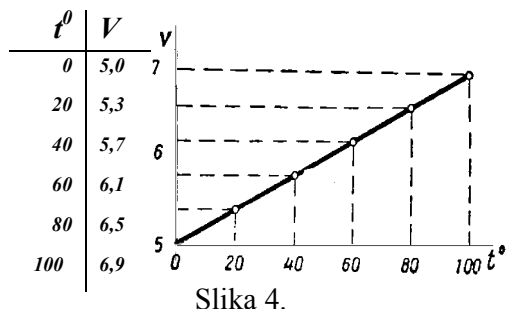


Slika 3.

Dobivena linearna ovisnost (Slika 4.) pokazuje da je povećanje volumena plina, kod grijanja uz stalni tlak razmjerno porastu temperature.

Iz formule $\alpha = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta t}$ možemo izračunati *koeficijent volumnog širenja* plina kod stalnog tlaka, i

nalazimo da on iznosi otprilike $\frac{1}{273}$ volumena koji zauzima plin kod 0°C .



Slika 4.

Ako u kabinetu nemamo generator pare (kotlič), onda ćemo za podizanje temperature vode u posudi s potopljenim uređajem morati prije početka nastave zagrijati vodu i zatim ju u nekoliko navrata dolijevati u posudu s hladnom vodom i bilježiti volumen plina u mijehu kod različitih temperatura.

Pokus 3. Ovisnost tlaka plina o temperaturi kod stalnog volumena

Za izvođenje ovog pokusa potreban je isti pribor kao kod pokusa 2, i sastavljamo ga isto kao i kod pokusa 2.

Gumenim crijevom spajamo ventil na stupu manovakuummetra s cijevnim nastavkom na poklopcu limenog mijeha. Dok je drugi ventil na manovakuummetra otvoren, okretanjem vijka dovedemo poklopac mijeha otprilike nasuprot petog ili šestog dijela skale. Mijeh potopimo u posudu s vodom u koju smo prije stavili nešto leda, tako da temperatura zraka (plina) u mijehu bude 0°C . Pričekamo nekoliko minuta, da se temperature vode i zraka u mijehu izjednače, a onda zatvorimo ventil i skrenemo pažnju učenicima da je temperatura 0°C , a tlak u unutrašnjosti mijeha jednak atmosferskom.

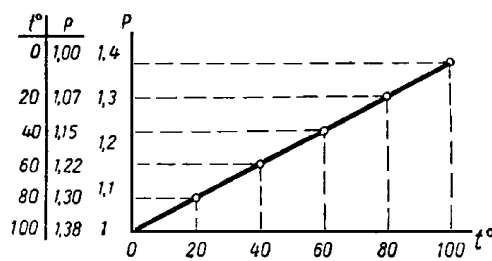
Zapišemo početni volumen i temperaturu, i kroz vodu počnemo propuštati paru iz kotlića ili dolijevati vrelu vodu. Kako se zrak u mijehu grije tako će se u njemu povisiti tlak zraka, jer se volumen ne mijenja. (Jasno je da na demonstracionom termometru moramo pratiti porast temperature, a na manometru povećanje tlaka).

Nakon svakih 15 - 20^o zaustavljamo grijanje i u tablicu bilježimo očitane temperaturu i tlak zraka u mijehu. Ako za početne koordinate uzmemo 0°C i tlak 1,013 bara (atmosferski), možemo prema tablici nacrtati grafikon stavljajući na apscisu temperaturu, a na ordinatu tlak. Dobivena linearna ovisnost (Slika 5.) pokazuje da je povećanje tlaka zraka (plina) kod grijanja uz stalni volumen razmjerno porastu temperature

Iz formule $\beta = \frac{\Delta p}{p_0 \Delta t}$ možemo izračunati *toplinski*

koeficijent tlaka plina kod stalnog volumena, i

nalazimo da on iznosi otprilike $\frac{1}{273}$ početnog tlaka plina kod 0°C .



Slika 5.

Pokus 4. Ovisnost između volumena, tlak i temperature plina. Jednadžba stanja plina

Pribor sastavljamo isto kao i kod pokusa 2., samo bez generatora pare.

U početku sipamo vodu u posudu, pripremamo tablice za zapisivanje podataka s rubrikama: tlak, volumen i apsolutna temperatura.

Proizvoljno podesimo volumen zraka u mijehu tako da bude npr. 6 - 7 relativnih dijelova na skali uređaja i regulirajući drugim ventilom na manometru podesimo tlak od 1 bar.

Demonstracioni termometar će pokazivati temperaturu okolnog zraka. Nakon toga promijenimo sva tri parametra

termometar će pokazivati temperaturu okolnog zraka. Nakon toga promijenimo sva tri parametra tako da u posudu u kojoj se nalazi uređaj nalijevamo toplu vodu (40 - 50°C) i okrećući vijak mijenjamo volumen zraka u mijehu (stisnemo mijeh za 2 - 3 jedinice volumena). Kad se mijeh ugrije, ponovo očitamo temperaturu, volumen i tlak.

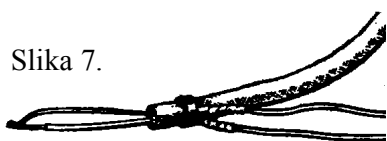
Zatim vodu u posudi ohladimo dolijevanjem hladne vode (ohladimo je za 10°C niže od sobne temperature) i proizvoljno promijenimo volumen zraka u mijehu (npr. povećamo ga za 3 - 4 jedinice). Kad se mijeh ohladio očitamo temperaturu, volumen i tlak.

Podatke iz oba očitavanja unesemo u $\frac{pV}{T}$ izraz i izračunamo. Pokazat će se da se rezultati međusobno vrlo malo razlikuju.

Pokus 5. Promjena temperature zraka kod adijabatske kompresije i ekspanzije

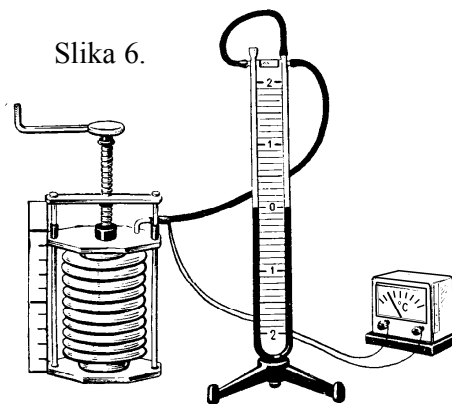
Za ovaj pokus potreban je termopar i demonstracioni instrument za prikaz temperature u unutrašnjosti mijeha ili bilo kakav drugi indikator temperature. Za pokus još treba imati i otvoreni demonstracioni manometar napunjen vodom.

Pribor se sastavlja prema slici 6. Okretanjem ručice vijka rastežemo mijeh, tako da rub poklopca dođe do devetog ili desetog dijela skale na uređaju. Kroz gumeno crijevo i cijevni priključak uvlačimo termopar u unutrašnjost mijeha



Slika 7.

(na slici 7. prikazan je detalj uvlačenja termopara kroz gumeno crijevo.) Drugi kraj termopara priključimo na galvanometar ili neki drugi indikator temperature. Gumenim crijevom spajamo cijevni priključak mijeha s demonstracionim otvorenim manometrom.



Slika 6.

Kompresija:

Zatim počinjemo *sporo* stiskati mijeh, tako da se zrak u njemu komprimira na manji volumen. Pratimo pokazivanje manometra i galvanometra. Učenicima ukazujemo na činjenicu da kod sporog smanjivanja volumena temperatura cijelo vrijeme ostaje nepromijenjena, a tlak raste obrnuto razmjerno volumenu.

Bilježimo pokazivanje manometra i položaj ruba poklopca u odnosu na skalu i vratimo vijkom poklopac u početni položaj (to je deveti ili deseti dio skale). Zatim pomoću duge ručice, koja je učvršćena na glavu vijka *brzo* stisnemo mijeh do ranije zabilježenog volumena. Sada indikator pokazuje porast temperature. Primjećujemo da kod brzog komprimiranja (plina), tlak poraste na veću vrijednosti nego kod sporog stiskanja do istog volumena.

Ekspanzija:

Sporo rastežemo mijeh tako da se zrak u njemu postepeno širi na veći volumen. Očitavanje termometra pokazuje da se pri sporom širenju temperatura ne mijenja, dok tlak pada obrnuto razmjerno povećanju volumena.

Bilježimo pokazivanje manometra i konačni volumen do kojeg smo raširili plin i vratimo vijkom poklopac u početni položaj (to je četvrti ili peti dio skale). Zatim pomoću ručice brzo rastegnemo mijeh, tako da zrak brzo ekspanzira u veći volumen. Indikator sada pokazuje sniženje temperature, dok manometar pokazuje tlak koji je niži od tlaka koji smo zabilježili kod sporog širenja do istog volumena.

Čuvanje pribora:

Nakon izvođenja pokusa pribor treba pažljivo obrisati krpom i pohraniti u ormar, pazeći da ga zaštitimo od udaraca tvrdih predmeta.