

## **ОДРЕЂИВАЊЕ АТМОСФЕРСКОГ ПРИТИСКА КОРИШТЕЊЕМ БОЈЛ-МАРИОТОВОГ ЗАКОНА**

### **1. ПОДАЦИ О ЧАСУ**

#### **Дефинисање часа**

Физика, експериментална вјежба за други разред.

#### **Увођење новине**

Одређивање атмосферског притиска кориштењем Бојл-Мариотовог закона.

#### **Мотивација**

Описана вјежба омогућава да ученици експериментишу са различитим почетним условима и да утврде који услови дају најтачније резултате.

### **2. ПЛАНИРАЊЕ И ОРГАНИЗАЦИЈА ЧАСА**

#### **Очекивани исходи**

Ученици су у стању да

- примјењују стечена знања о притиску и гасним законима;
- резултате мјерења записују у облику табеле;
- израчунају атмосферски притисак на основу резултата мјерења;
- нацртају график на основу измјерених и израчунатих вриједности;
- на основу графика одреде атмосферски притисак.

#### **Методе и облици рада**

Методе: експерименталне, графичке, метода усменог излагања, демонстрација

Облици рада: фронтални, групни, индивидуални рад.

#### **Усаглашеност са наставним планом и програмом**

Вјежба се може извести у тематској цјелини у којој се обрађују гасни закони.

#### **Средства и помагала потребна за извођење часа**

Мензуре, посуда са водом, пинг-понг лоптица, флаше различитог облика, медицински шприцеви.

Потребно вријеме: школски час (45 мин).

#### **Опис експеримента**

Предложени метод за одређивање атмосферског притиска је заснован на добро познатој демонстрацији постојања атмосферског притиска, која је унеколико измијењена. Посуду до врха испунимо водом, њен отвор прекријемо комадом картона а потом посуду обрнемо. Неће доћи до истицања течности јер је притисак који врши течност на горњу страну картона мањи од атмосферског притиска који дјелује са доње стране картона.

Експеримент се понови, али овога пута се посуда не испуни потпуно са водом (слика 1a). Када посуду прекријемо парчетом картона, чврсто га притиснемо и обрнемо посуду, вода неће истицати. Али чим отпустимо картон он ће отпасти а течност из посуде ће брзо истећи. Ово је лако разумљиво јер је притисак у ваздуху који је заостао у дјелимично испуњеној посуди једнак атмосферском притиску, тако да након обртања посуде на картон дјелује наниже атмосферски и хидростатички притисак воденог стуба, док навише дјелује само атмосферски притисак. То доводи до тога да картонски поклопац одмах отпадне и вода се брзо излије из посуде.

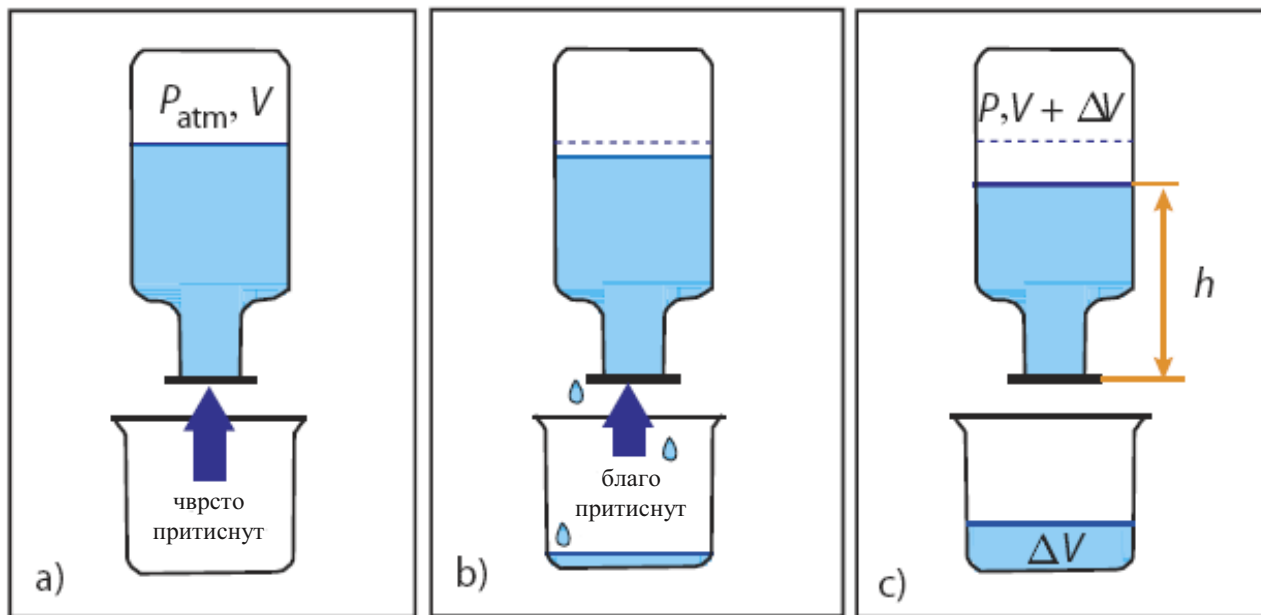
Експеримент са посудом дјелимично испуњеном водом поновимо, али овога пута након обртања посуде картон држимо благо притиснут (слика 1b), тако да дође до слабог цурења воде из посуде.

У једном моменту вода ће престати да цури и картон ће остати залијепљен за отвор посуде и без придржавања руком (слика 1c). При цурењу воде дошло је до повећања запремине ваздуха у посуду а тиме и до смањења притиска гаса. Цурење је престало када је збир притиска гаса и хидростатичког притиска постао једнак атмосферском притиску који дјелује наврше на спољну страну картона.

$$p + \rho gh = p_{atm} \quad (1)$$

Наравно током цурења воде не смије доћи до уласка ваздуха у посуду. Ако занемаримо загријавање гаса док држимо посуду у руци, можемо сматрати да су температура и маса гаса током овог процеса константни тако да можемо користити Бојл-Мариотов закон

$$p_{atm} V = p(V + \Delta V) \quad (2)$$



Слика 1. Шематски приказ експеримента: (a) почетни положај, поклопац је чврсто притиснут на отвор флаше која је дјелимично испуњена течности; (b) поклопац је благо притиснут, вода постепено истиче из флаше; (c) равнотежа је успостављена и поклопац се самостално одржава.

Овдје је  $V$  почетна запремина гаса у извртнутој посуду посуду а  $\Delta V$  је повећање запремине гаса у посуду, које је тачно једнако запремини течности која је истекла у доњу посуду. Ако  $p$  из једначине (1) уврстимо у једначину (2) и одатле изразимо  $p_{atm}$  добија се

$$p_{atm} = \rho gh \left( 1 + \frac{V}{\Delta V} \right) \quad (3)$$

Користећи познате вриједности за  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  и  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  и измјерене вриједности за  $V$ ,  $\Delta V$  и  $h$  може се израчунати  $p_{atm}$ .

Мјерење се знатно олакшава ако се умјесто картона користи пинг-понг лоптица и флаша нешто већег отвора. Лоптица треба добро да затвара отвор флаше а лагано испуштање течности вршимо ротирањем куглице на отвору флаше. Тако се постиже да вода лагано цури из флаше а да ваздух не улази унутра. Маса тениске лоптице је око  $2,5 \text{ g}$  па је можемо занемарити.

### Резултати

За тачније одређивање атмосферског притиска погодна је да се изврши серија мјерења са различитом почетном запремином ваздуха  $V$ . Њу је лако измјерити тако што прво флашу потпуно напунимо водом а потом у мензуру одлијемо нпр,  $100 \text{ ml}$  воде, тада је почетна запремина ваздуха

точно  $100 \text{ cm}^3$ . При сљедећем мјерењу почетну запремину гаса увећамо за  $100 \text{ ml}$ , као и у сваком наредном мјерењу. За свако мјерење запремина  $\Delta V$  се одређује тако што се испунила вода (из доње посуде) преспе у мензур. Пошто се ради о малим запреминама испуниле воде, погодно је измјерити њену запремину тако што је усисамо шприцом од инјекције. Иако је висину  $h$  могуће мјерити директно, лакше је извршити серију посебних мјерења висине. Након што је завршена серија мјерења  $\Delta V$ , флаша се испразни а потом се у њу наспе  $100 \text{ ml}$  воде. Тражено  $h$  је растојање од нивоа воде у флаши ( $h_1$ ) до њеног врха (са  $H$  је означена висина флаше). Потом се у флашу доспе још  $100 \text{ ml}$  воде, па поново измјери  $h$ . Поступак се тако понавља док се не добију све вриједности за  $h$ . У табели 1 су дате измјерене вриједности у једној серији.

Да би се нашло  $p_{atm}$  из ове серије мјерења једначина (3) се може написати у облику

$$\rho gh = \frac{p_{atm} \Delta V}{V + \Delta V} \quad (4)$$

На графику се на вертикалну осу нанесе  $\rho gh$ , а на хоризонталну  $\frac{\Delta V}{V + \Delta V}$ . Тада је  $p_{atm}$  једнако

нагибу праца који спаја тачке добијене експериментом. График 1 је нацртан кориштењем програма *Microsoft Excel*, као и једначина праве.

V(ml)	$\Delta V(\text{ml})$	$h_1(\text{mm})$	H(mm)	$h=H - h_1$ (mm)	$\rho gh$ (Pa)	$\Delta V/(V+\Delta V)$
250	3,9	47	218	171	1677,51	0,01536
350	4,9	64	218	154	1510,74	0,013807
450	5,9	81	218	137	1343,97	0,012941
550	6,6	97	218	121	1187,01	0,011858
650	7,0	114	218	104	1020,24	0,010654

Табела 1. Резултати мјерења за пет различитих почетних запремина ваздуха. Кориштена је флаша запремине 1l, нешто ширег отвора.

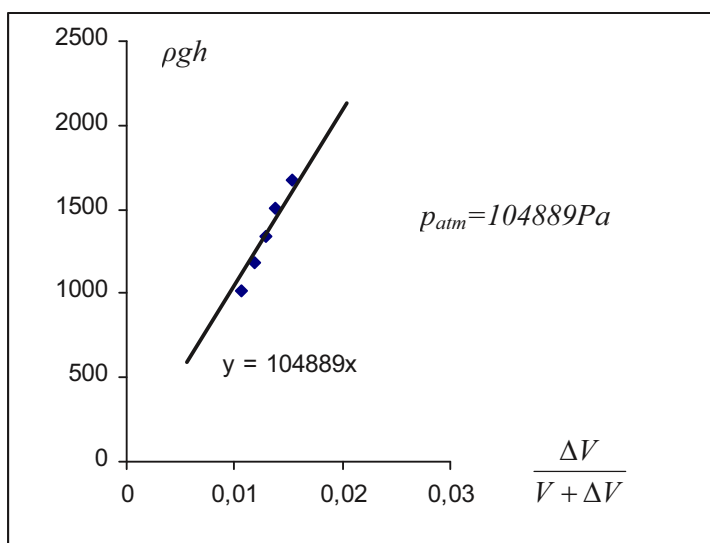


График 1. Експериментални резултати добијени у Бијељини (надморска висина 91 m)

Атмосферски притисак у Бијељини обично износи око  $1010 \text{ mbar}$ , тј. око  $101000 \text{ Pa}$ , тако да је релативна грешка ове серије мјерења мања од 4%.

## Организација часа (ток часа)

планирани садржај рада	активност наставника	активност ученика	планирано вријеме у min	методе и облик рада	начин праћења рада ученика	очекивани исходи
Понављање појмова: атмосферски притисак, хидростатички притисак, Бојл-Мариотов закон	Поставља питања и прати одговоре	Одговарају на питања	5	Питања и одговори фронтални	Праћењем одговора	Знају и разумију поменуте појмове
Објашњење тока експеримента	Упознаје ученике са током експеримента и изводи демонстрацију	Прате излагање наставника	15	Усмено излагање фронтални, демонстрација	Праћењем активности ученика	Ученици упознати са ток ом експеримента
Извођење вјежбе	По потреби помаже ученицима.	Изводе експеримент. Резултате мјерења записују у табелу. Врше израчунавања.	20	Експеримент, групни, индивидуални	Посматрањем активности ученика	Ученици самостално или уз мању помоћ изводе експеримент. Самостално врше израчунавања.
Графичко представљање резултата мјерења	Помоћу програма Microsoft Excel црта график и одређује $p_{atm}$ .	Прате поступак цртања графика.	5	фронтални	Постављањем питања током извођења закључака.	Схватају начин израде графика и одређивања $p_{atm}$ .