

## 5.VJEŽBA

### Gustoća tekućine pomoću piknometra Mohr – Westphalova vaga

#### Piknometar

Piknometar je svaka posuda koja služi za mjerenje gustoće tekućina. Naš piknometar, prikazan na slici 1, sastoji se od male bočice uskoga grla u koje se stavlja stakleni čep. Čep u sebi ima cjevčicu kroz koju se iz posude izlije višak tekućine tako da je volumen tekućine u piknometru jednak volumenu piknometra, 50 ml.



Slika 1. Piknometar za određivanje gustoće tekućina.

Određivanje gustoće dane tekućine vrši se na sljedeći način:

1. Izvaži se masa praznog piknometra (zajedno sa staklenim čepom),  $m_{pik}$ .
2. Piknometar se napuni danom tekućinom i izvaži se masa piknometra s tekućinom,  $m_{pik+tek}$ .

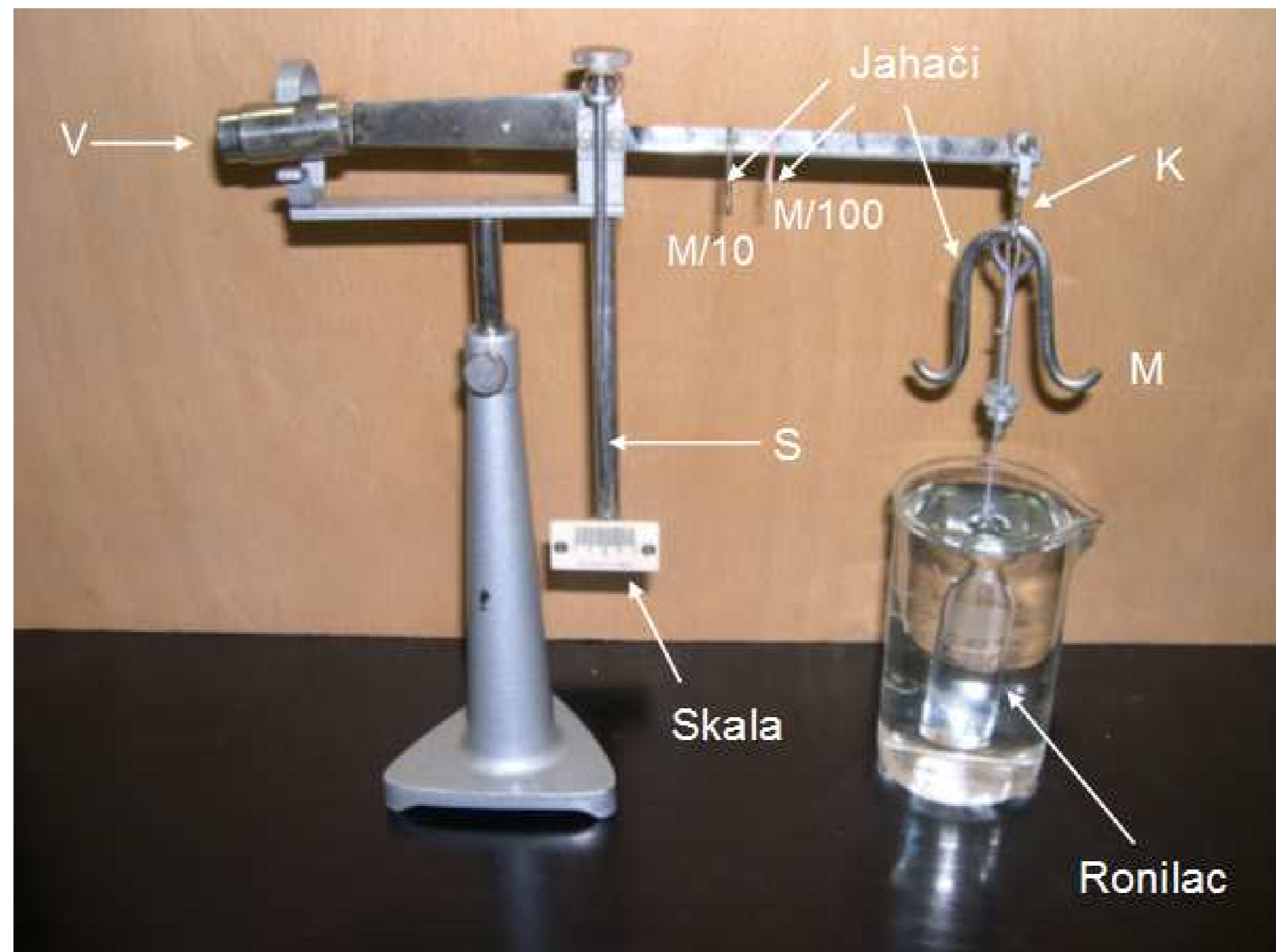
3. Izračuna se gustoća tekućine pomoću relacije: 
$$\rho_{tek} = \frac{m_{tek}}{V_{tek}} = \frac{m_{pik+tek} - m_{pik}}{V_{pik}}$$

Piknometar mora biti čist i suh prije vaganja, da bismo izbjegli sistematsku pogrešku i dobili što točniji iznos njegove mase. Oprati se može destiliranom vodom, a posušiti raznim priborom u laboratoriju: plamenikom, električnim kuhalom, fenom ili stavljanjem na radijator. Sušenje na zraku predugo bi trajalo. Treba biti oprezan pri korištenju plamenika i električnog kuhala i ne stavljati piknometar direktno u plamen, odnosno na kuhalo. Naglo zagrijavanje piknometra, ili njegovo hlađenje ulijevanjem tekućine sobne temperature u vrući piknometar, može uzrokovati pucanje stakla!

Ukoliko smo ulili previše tekućine, višak će izaći kroz cjevčicu na čepu. Čep i piknometar potrebno je tada obrisati papirnatim ubrusom i posušiti.

#### Određivanje gustoće tekućina Mohr-Westphalovom vagom

Mohr-Westphalova vaga je hidrostatska vaga koja služi za određivanje gustoće tekućina. Pri određivanju gustoće tekućina koristi se metoda relativnog određivanja, tj. određuje se gustoća dane tekućine u odnosu na tekućinu poznate gustoće (voda).



Slika 1. Mohr-Westphalova vaga.

Dijelovi vage izvade se iz kutije i sastave prema slici 1. Na desni krak vage, o kukicu K, objesi se ronilac na tankoj žici. Potom se cijeli ronilac uroni u čašu s destiliranom vodom. Pri tome treba paziti da ne dodiruje dno čaše. Zbog uzgona će ronilac nastojati isplivati na površinu. Zato se na kukicu K doda uteg (jahač u obliku potkove, mase  $M=10$  g) koji će uravnotežiti uzgon. Kada je ronilac potpuno uronjen u vodu, pomoću vijka V vaga se uravnoteži tako da šiljci Š1 i Š2 budu na istoj visini. Na skali S očitava se i zabilježi položaj kazaljke – to je ravnotežni položaj.

Potom ronilac izvadimo iz posude s destiliranom vodom i obrišemo ga da bude potpuno suh. U posudu sada ulijemo tekućinu nepoznate gustoće i ponovo uronimo ronilac. Ukoliko je gustoća tekućine manja od gustoće vode, i uzgon će biti manji te će biti potrebno pomaknuti jahač bliže osi vage, tj. s oznake 10 na neki manji broj  $n_1$ . Ukoliko vaga nije u ravnotežnom položaju, uzimamo novi jahač mase  $m_2=M/10$  i stavljamo na krak vage ( $n_2$ ) tako da postignemo ravnotežu. Potom uzmemo i treći uteg mase  $m_3=M/100$  te i njega stavimo na krak vage na mjesto koje daje ravnotežu vage ( $n_3$ ). Očitamo položaje utega na vagi ( $n_1, n_2, n_3$ ) i odredimo gustoću dane tekućine po relaciji:

$$\rho_{tek} = \rho_{H_2O} \cdot \left( \frac{n_1}{10} + \frac{n_2}{100} + \frac{n_3}{1000} \right)$$

Dakle, gustoća tekućine određena je relativno spram gustoće vode čiji iznos očitamo iz tablice ( $\rho_{H_2O} = 1 \frac{g}{cm^3}$ ). Položaji utega daju decimalna mjesta gustoće zadane tekućine.

Na primjer, ukoliko su  $n_1, n_2, n_3$  redom jednaki 8, 7, 5, tada je gustoća tekućine jednaka:

$$\rho_{tek} = \rho_{H_2O} \quad 0.875$$

Pogrešku izračunamo tako da uteg najmanje mase pomičemo lijevo i desno od ravnotežnog položaja do udaljenosti za koju je vaga još uvijek u ravnoteži. Taj pomak za  $\Delta n_3$  podioka na vagi daje nam pogrešku mjerenja, a ujedno i osjetljivost vage.

Ako je gustoća dane tekućine veća od gustoće vode, tada je i uzgon veći pa nam trebaju dva jahača mase M: jedan ostaje na kukici K, a drugi stavljamo na položaj  $n_1$ . Tražena gustoća je tada:

$$\rho_{tek} = \rho_{H_2O} \cdot \left( 1 + \frac{n_1}{10} + \frac{n_2}{100} + \frac{n_3}{1000} \right)$$

### **ZADACI:**

1. Gustoća tekućine pomoću piknometra

- Odredite gustoće danih tekućina kod sobne temperature.
- Pogreške.

Kolika mora biti točnost mjerenja da ima smisla voditi računa o gubitku težine uslijed uzgona u zraku?

2. Mohr – Westphalova vaga

- Odredi gustoću danih tekućina Mohr-Westphalovom vagom. Procijeni pogreške.
- Usporedi dobivene rezultate za gustoću s iznosima dobivenim pomoću piknometra i komentiraj. Jesu li gustoće jednake ili ne? Koji rezultat smatraš točnijim?