

# DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2026.

Vodice, 12. – 15. svibnja 2026.

## Eksperimentalni zadatak 2. skupina

### Termodinamički rad i određivanje atmosferskog tlaka

#### Pribor:

- Injekcijska šprica  $V = 2 \text{ ml}$
- Čep za hermetičko zatvaranje šprice
- Dinamometar mjernog područja do  $10 \text{ N}$
- Ravnalo, milimetarski papir

#### Zadani podaci za špricu:

- Ukupni nazivni volumen:  $V = 2,0 \text{ ml}$
- Duljina stupca zraka koji odgovara volumenu od  $2 \text{ ml} \rightarrow h = 3,3 \text{ cm}$

---

#### 1. Geometrija i fizikalna osnova (6 bodova)

1.1. Na temelju zadanih podataka o šprici, izračunajte površinu poprečnog presjeka klipa  $S$  u  $\text{m}^2$  bez korištenja ravnala. (2 boda)

1.2. Nacrtajte shematske prikaze svih vektora sila koje djeluju na klip šprice u trenutku kada ga dinamometrom polagano **izvlačite** i **uvlačite** iz hermetički zatvorene šprice (vakuum). (2 boda)

1.3. Objasnite zašto se mjerenje sila vrši isključivo pri stalnoj brzini gibanja klipa. (2 boda)

#### 2. Određivanje atmosferskog tlaka $p_{at}$ i sile trenja $F_{tr}$ (8 bodova)

2.1. Potpuno istisnite zrak iz šprice i čvrsto je začepite prstom (provjerite jeste li dobro začepili otvor šprice povlačenjem klipa koji se mora vratiti u početni položaj kad ga pustite). Pomoću dinamometra odredite:

Silu potrebnu za polaganu **izvlačenje** klipa  $F_{izv}$  i silu potrebnu za polaganu **uvlačenje** klipa  $F_{uvl}$ . Mjerenje ponoviti pet puta i napraviti račun pogreške. (2 boda)

**Napomena:** silu izvlačenja i uvlačenja mjerite tijekom istog pokusa. Ne puštajte vanjski zrak u špricu, ona se sama mora vratiti u nulti položaj!

2.2. Iz dobivenih vrijednosti izračunajte silu atmosferskog tlaka  $F_{at}$  i silu trenja  $F_{tr}$  (u N). Zapišite izraze koje ste koristili. (2 boda)

2.3. Izračunajte vrijednost lokalnog atmosferskog tlaka  $p_{at}$  (u Pa). (2 boda)

2.4. Komentirajte dobiveni rezultat za atmosferski tlak i eventualnu razliku s normiranim tlakom. (2 boda)

#### 3. Analiza izotermnog procesa (8 bodova)

3.1. Otvorite špricu, postavite volumen zraka na  $V_0 = 1 \text{ ml}$  i hermetički je začepite prstom. Povlačite klip šprice dinamometrom i očitajte ukupnu silu  $F$  pri polaganom izvlačenju za volumene:  $1,2 \text{ ml}$ ;  $1,4 \text{ ml}$ ;  $1,6 \text{ ml}$ ;  $1,8 \text{ ml}$  i  $2 \text{ ml}$ . Mjerenje ponovite 5 puta. Rezultate srednjih vrijednosti zapišite u tablicu. (3 boda)

**Savjet:** Svako od tih mjerenja izvesti tako da se ponovo vrati klip šprice u položaj od  $1 \text{ ml}$ .

3.2. Za svaku točku izračunajte stvarni tlak plina  $p$  u unutrašnjosti šprice. Pri izračunu uvažite prethodno određeni  $p_{at}$  i silu trenja  $F_{tr}$ . Rezultate prikažite tablično. (2 boda)

3.3. Na milimetarskom papiru nacrtajte graf ovisnosti tlaka  $p$  o recipročnoj vrijednosti volumena ( $1/V$ ). Prodiskutirajte u kojoj mjeri dobiveni rezultati prate Boyle-Mariotteov zakon. (3 boda)

#### 4. Energetska bilanca (8 bodova)

4.1. Nacrtajte  $p, V$  graf i koristeći metodu zbroja trapeza (površina ispod  $p, V$  krivulje), odredite rad plina  $W_{plin}$  pri ekspanziji zraka od  $1 \text{ ml}$  do  $2 \text{ ml}$ . (3 boda)

4.2. Nacrtajte graf ovisnosti sile dinamometra  $F$  o pomaku klipa  $s$ . Grafičkom metodom (površina ispod krivulje) odredite rad vanjske sile  $W_v$  na putu klipa od  $1 \text{ ml}$  do  $2 \text{ ml}$ . (3 boda)

4.3. Usporedite zbroj rada plina i rada vanjske sile s radom atmosfere:  $W_{pl} + W_v$  naspram  $W_{at}$ . Kratko obrazložite zašto ti radovi nisu jednaki i kamo je "nestala" razlika energije. (2 boda)