

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

## Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

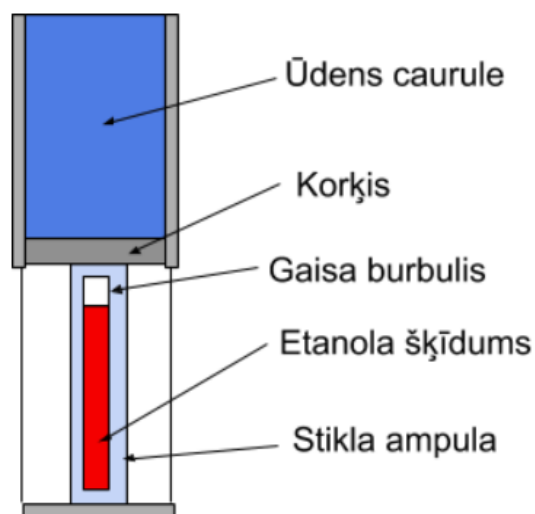
### Fizikas valsts 69. olimpiāde Trešā posma uzdevumi 11. klasei

#### 11 – 1 Ugunsdzēsības smidzinātājs

Ugunsdzēsības smidzinātāji tiek ierīkoti pie griestiem, lai ugunsgrēka gadījumā, no tiem smidzinātu ūdeni un apdzēstu degšanu. Smidzinātāja konstrukcija redzama attēlā: stikla ampula atbalsta korķi, kas noslēdz ūdens cauruli. Kad tiek sasniegta noteikta temperatūra, tad stikla ampula pārplīst, līdz ar to korķi no vietas izspiež ūdens, kas atrodas ūdens caurulē un smidzinātājs sāk smidzināt ūdeni.

Ampulās tiek izmantotas dažādas vielas: glicerīns, acetons, dihlorobenzols vai dažādi vielu maisījumi.

Pieņemsim, ka ampulā ir 0.5 ml etanola šķīduma un 0.02 ml gaisa burbuļi. Sākotnējā temperatūra ir 18°C un gaisa spiediens ampulā ir  $10^5$  Pa. Šķīduma tilpuma termiskās izplešanās koeficients ir  $750 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Šķidrums ir nespīžams un virsmas spraiguma efektus neņem vērā.



**A** Cik liels būs spiediens ampulā, ja temperatūra tiks palielināta līdz 68°C? Iztvaikošanu neņemam vērā. [3 p]

**B** Piesātināta tvaika spiediena atkarību no temperatūras apraksta Augusta vienādojums  $\ln p = A - \frac{L}{RT}$ , kur  $A$  – kāda vielai raksturīga konstante,  $L$  ir molārais iztvaikošanas siltums,  $R$  ir gāzu universālā konstante un  $T$  – absolūtā temperatūra. Dotā šķīduma molārais iztvaikošanas siltums ir  $L = 38.56 \text{ kJ/mol}$  un ir zināms, ka vārīšanās temperatūra  $10^5$  Pa spiedienā ir 78°C. Cik liels būs šķīduma tvaiku spiediens ampulā, ja temperatūra tiks palielināta līdz 68°C? [3 p]

**C** Vai iegūtā šķīduma tvaiku spiediena vērtība būtu jāpieskaita iegūtajam gaisa burbuļa spiedienam, lai iegūtu pilno spiedienu? Kas to nosaka? [1 p]

**D** Izvediet formulu, kas apraksta gaisa spiedienu ampulā atkarībā no temperatūras, ja arī šajā situācijā visi lielumi ir tādi kā dots uzdevuma sākumā, uzskicējiet grafiku, kas to ilustrē, kā arī aptuveni novērtējiet temperatūru, pie kuras saplīsīs ampula! Šķīduma tvaiku radīto spiedienu šajā uzdevuma daļā neņemam vērā, jo tas ir daudzkārt mazāks par gāzes radīto spiedienu. [3 p]

## Atrisinājums un vērtēšanas kritēriji

### 1. uzdevums

---

#### A [3 punkti]

- Jāņem vērā gaisa burbuļa tilpuma samazināšanās etanola šķīduma termiskās izplešanās dēļ.

$$V = V_0(1 + \beta\Delta t) = 0,5 \cdot (1 + 750 \cdot 10^{-6} \cdot 50) = 0,51875 \text{ ml}$$

(1 punkts)

- Gaisa burbuļa tilpums 68°C temperatūrā:

$$V_b = 0,52 - 0,51875 = 0,00125 \text{ ml}$$

(1 punkts)

- Gaisa radītais spiediens ampulā 68°C temperatūrā:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$
$$p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 V_2} = \frac{10^5 \cdot 0,02 \cdot 341}{291 \cdot 0,00125} = \mathbf{18,75 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

(1 punkts)

#### B [3 punkti]

$$\ln p = A - \frac{L}{RT}$$
$$\ln p_2 - \ln p_1 = A - \frac{L}{RT_2} - A + \frac{L}{RT_1}$$
$$\ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \frac{L}{RT_1} - \frac{L}{RT_2}$$
$$\frac{p_2}{p_1} = \exp\left[\frac{L}{RT_1} - \frac{L}{RT_2}\right]$$
$$p_2 = p_1 \exp\left[\frac{L}{RT_1} - \frac{L}{RT_2}\right]$$

$$p_2 = 10^5 \exp\left[\frac{38,56 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 351} - \frac{38,56 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 341}\right] = 6,78 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

#### Vērtēšana

1 punkts – ja saprot kā izmantot dotos, lai iegūtu  $\ln p_1 = A - \frac{L}{RT_1}$ , kur  $\ln p_1 = 10^5$  un  $T_1 = 351$ .

1 punkts – par spiediena izteikšanu.

1 punkts – par aprēķinu un rezultātu.

#### C [1 punkts]

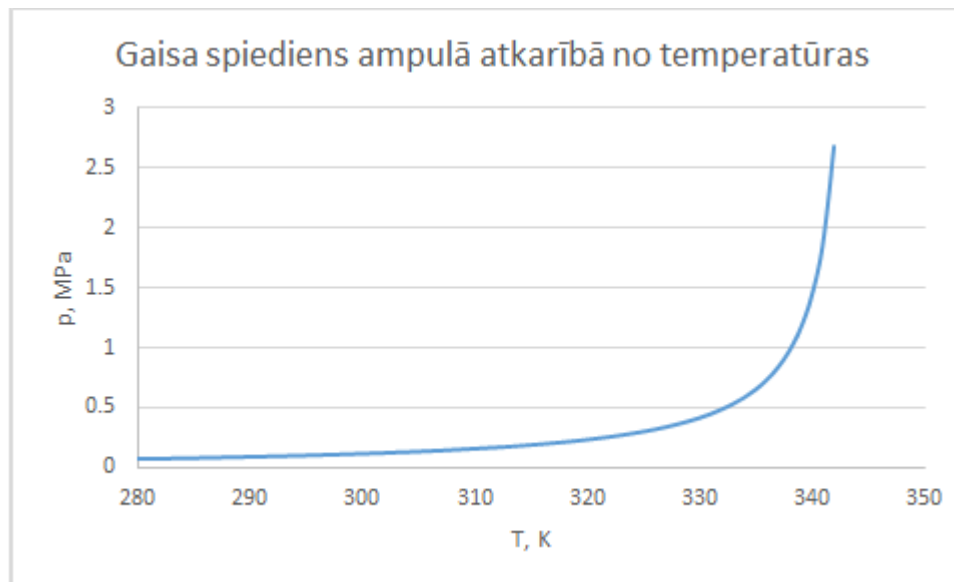
Jā, to nosaka Daltona parciālspiedienu likums. (1 punkts)

#### D [3 punkti]

$$V_{\text{šķidrums}} = V_0 \text{ šķidrums} (1 + \beta(T_2 - T_1))$$
$$V_2 = V_1 + V_0 \text{ šķidrums} - V_0 \text{ šķidrums} (1 + \beta(T_2 - T_1)) = V_1 - V_0 \text{ šķidrums} \beta(T_2 - T_1)$$
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{V_2 T_1} = \frac{p_1 V_1 T_2}{(V_1 - V_0 \text{ šķidrums} \beta(T_2 - T_1)) T_1} = \frac{10^5 \cdot 0,183276 T_2}{344,333 - T_2}$$

Par izvestu formulu – 1 punkts



Par to, ka grafikā var redzēt, ka spiediens tiecas uz bezgalību – **0.5 punkti**.

Par atbilstošu grafika noformējumu – **0.5 punkti**.

Ampula saplīsīs, kad temperatūra būs ~ 344 K (**1 punkts**)