

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 69. olimpiāde

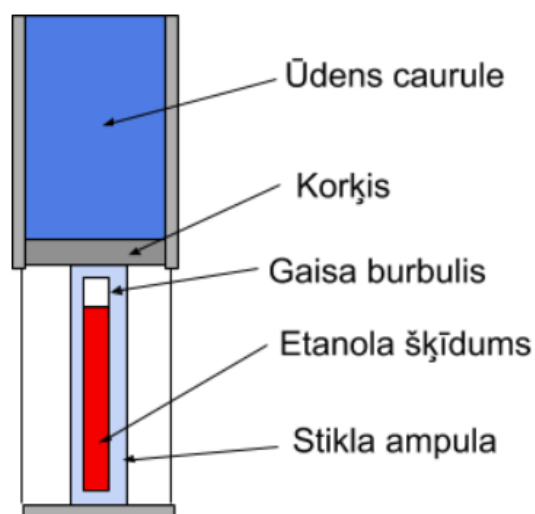
Teorētiskā kārtā – 11. klase

11 – 1 Ugunsdzēsības smidzinātājs

Ugunsdzēsības smidzinātāji tiek ierīkoti pie griestiem, lai ugunsgrēka gadījumā, no tiem smidzinātu ūdeni un apdzestu 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 burbuli. 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 nesaspiežams un virsmas spraiguma efektus neņem vērā.



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

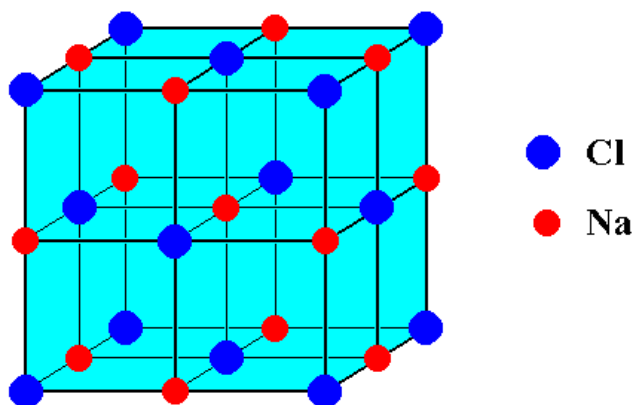
B Piesātināta tvaika spiediena atkarību no temperatūras apraksta Augusta vienādojums $\ln p = A - \frac{L}{RT}$, kur A – kāda vielai raksturīga konstante, L ir molārais iztvaikošanas siltums, R ir gāzu universālā konstante un T – absolūtā temperatūra. Dotā šķīduma molārais iztvaikošanas siltums ir $L = 38.56 \text{ kJ/mol}$ 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 daudzārt mazāks par gāzes radīto spiedienu. [3 p]

11 – 2 Sāls

Vārāmā sāls (NaCl) ir materiāls, kas sastāv no nātrija (Na) un hlora (Cl) atomiem. Ja sāls ir cietā agregātstāvoklī, tās atomi ir izvietoti kubiskā kristālrežģa struktūrā (1. att.). Mazāko kubu šajā struktūrā saucām par šūnu (ievēro, ka tā nav parasti pieņemtā elementāršūna). Šūnas malas garums ir viena ķīmiskā saite starp Na un Cl.



1. attēls. Sāls kristālrežģa struktūra

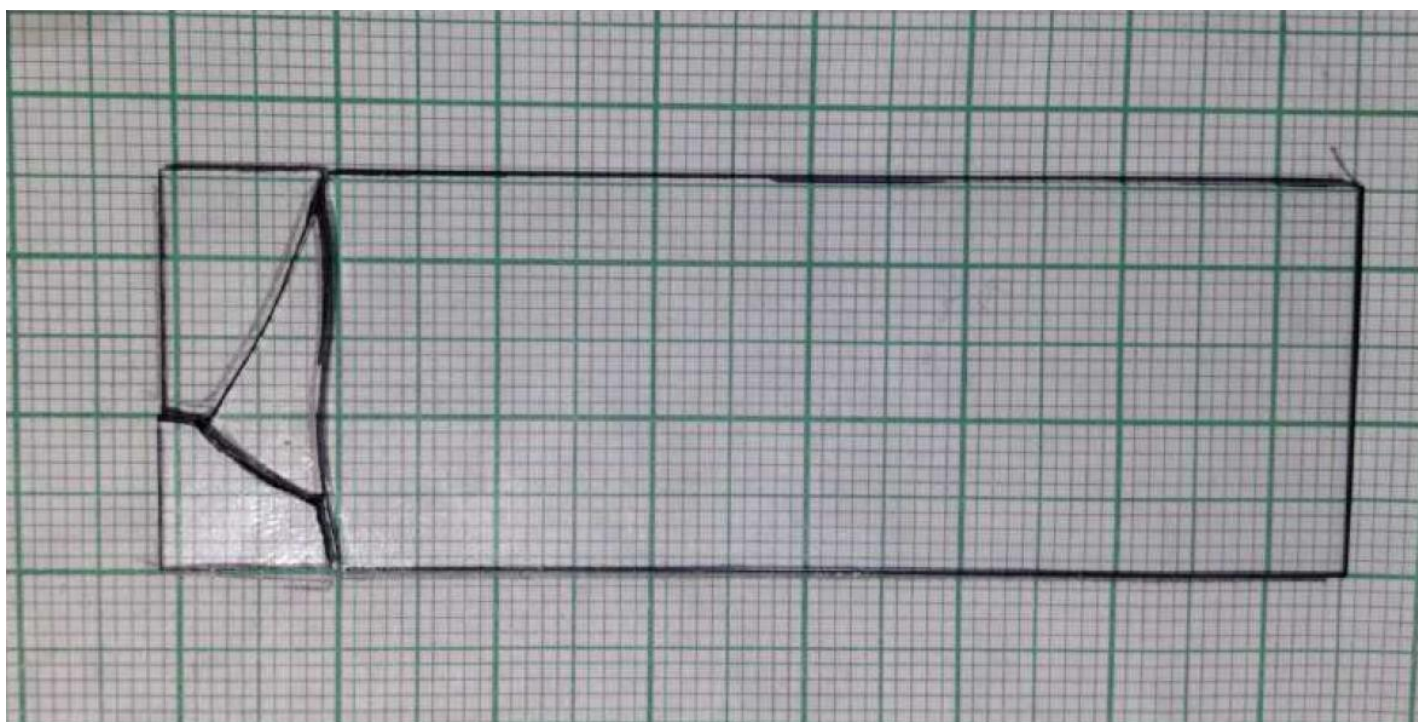
NaCl īpatnējais iztvaikošanas siltums $L = 3.927 \text{ kJ/g}$. Zināms, ka iztvaikojot NaCl pārvēršas par gāzi, kas sastāv no NaCl molekulām (molekulā ir viens Na atoms un viens Cl atoms). Na molmasa $M_{\text{Na}} = 23.0 \text{ g/mol}$, Cl molmasa $M_{\text{Cl}} = 35.5 \text{ g/mol}$, sāls blīvums $\rho = 2.17 \text{ g/cm}^3$. Pieņem, ka materiālam nav defektu vai piemaisījumu.

A Cik šūnām pieder katrs Na atoms? Cik šūnām pieder katrs Cl atoms? [1 p]

B Cik lielu tilpumu aizņem viena šūna? [3 p]

Laboratorijā tika iegūta sāls plāksne. Plāksne nokrita uz grīdas un tā rezultātā salūza (2. att.). Plāksnes izmēri $25 \text{ mm} \times 75 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$. Plāksne nokrita no augstuma $h = 150 \text{ cm}$.

C Novērtē, cik liels ir kopējais saskarvirsmas laukums starp sāls gabaliem! (Piemēram, ja divi gabali viens ar otru saskaras 1 cm^2 lielā laukumā, tad kopējais saskarvirsmas laukums ir 1 cm^2) [1 p]



2. attēls.

D Novērtē, cik ķīmiskās saites tika sarautas, plāksnei lūstot! **[1.5 p]**

E Novērtē, cik daudz enerģijas vidēji vajag vienas Na-Cl ķīmiskās saites saraušanai NaCl kristālā! **[2.5 p]**

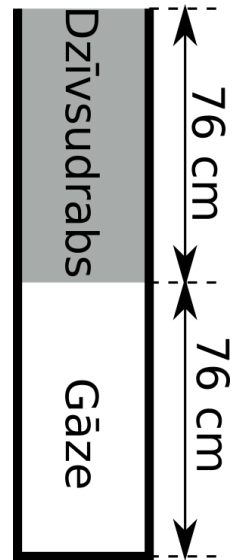
F Novērtē, cik liela daļa no enerģijas, kas tika izdalīta stikla sadursmē ar grīdu, tika patērēta ķīmisko saišu saraušanai! **[1 p]**

11 – 3 Dzīvsudrabs

Cilindriskā traukā, kurš no apakšas ir noslēgts, atrodas ideāla vienatomu gāze 23°C temperatūrā. Virs gāzes atrodas dzīvsudrabs. Trauka kopējais augstums ir $h_0 = 152\text{ cm}$ un sākuma momentā pusi aizņem gāze (gāzes stabiņa augstums sākuma momentā ir 76 cm) un pusi aizņem dzīvsudrabs. Trauka augšējais gals ir vaļējs, kā rezultātā dzīvsudrabs var iztecēt no trauka.

Ja gāzei lēnām tiek pievadīts siltums, tad iesākumā gāzes temperatūra pieaug līdz sasniedz maksimālo temperatūru. Ja turpina pievadīt siltumu gāzei, gāzes temperatūra samazinās, tad kādā brīdī gāzei vairs nepievada siltumu, bet tā turpina izplesties un izspiež visu dzīvsudrabu no trauka.

Pieņemsim, ka dzīvsudraba virsma ir plakana, iztvaikošana no dzīvsudraba virsmas nenotiek un siltumapmaiņu starp gāzi un dzīvsudrabu var neņemt vērā. Apkārtējā gaisa spiediens ir $p_0 = 760\text{ mmHg} = 100,9\text{ kPa}$. Dzīvsudraba blīvums $\rho = 13534\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, brīvās krišanas paātrinājums $g = 9.81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



A Aprēķiniet sākotnējo vienatomu gāzes spiedienu! **[1 p]**

B Uzzīmēt grafiku, kurā parādīts, kā mainās vienatomu gāzes spiediens atkarībā no gāzes tilpuma $p(V)$. Grafiku zīmēt atbilstošā mērogā uz mm papīra. Ar bultiņu norādīt, kurā virzienā notiek sildīšanas process. Ar punktu attēlot vietu, kur tiek sasniegta maksimālā temperatūra. **[3 p]**

C Cik liels ir gāzes stabiņa augstums, kad ir sasniegta maksimālā temperatūra? **[2 p]**

D Aprēķiniet maksimālo vienatomu gāzes temperatūru! **[1 p]**

E Kādam nosacījumam jāizpildās, lai vienatomu gāzes izplešanās notiktu bez enerģijas pievades no ārpuses? (pamato ar nevienādību vai vārdiem) **[1 p]**

F Cik liels ir vienatomu gāzes stabiņa augstums brīdī, kad gāze sāk izplesties bez siltuma pievadīšanas? **[1.5 p]**

G Cik liela ir gāzes temperatūra brīdī, kad tā sāk izplesties bez siltuma pievadīšanas? **[0.5 p]**