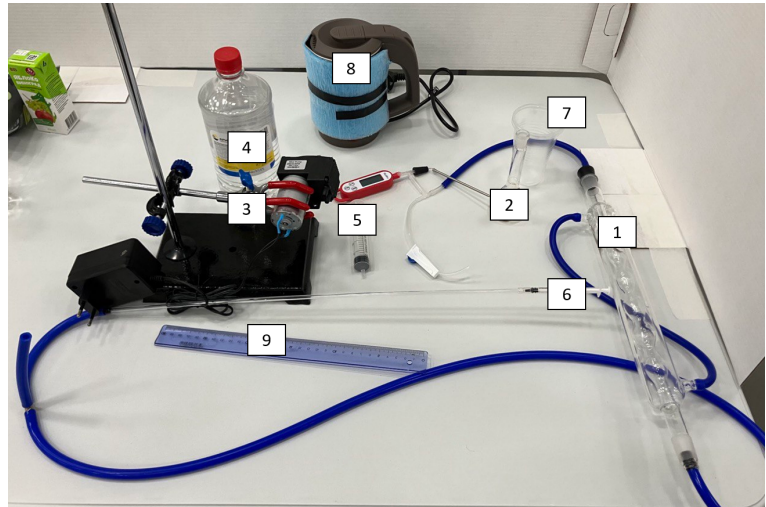


## M1A - Gaty gyzdyрмаň

### Equipment:

1. Klapanyl, termometrli we kappilyarly wakuum sistemasy.
2. 50 ml göwrümlü içi çägeli kolba
3. 12 V işleýän nasos
4. Izopropil spirt.
5. 20 ml şpris
6. 1 ml şpris
7. Iki sany plastik stakan
8. Temperaturany dolandyryp bolýan, kalorimetr hökmünde işleýän çäýnek
9. Çyzguç

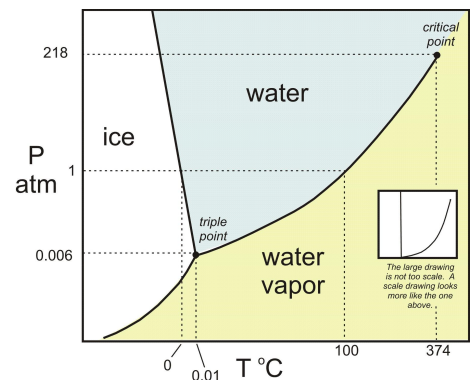


Eger daşky parametriň kem-kemden üýtgemesi bilen fiziki ulgamyň häsiýetleri çalt üýtgese, şeýle hadysa **faza geçişi** diýip atlandyrylýar. Fiziki ulgam iki parametr  $X$  we  $Y$ -e bagly bolsa, faza geçişleriniň bolýan ähli  $(X, Y)$  parametr jübütlerini grafiğe çyzmak mümkin. Bu nokatlardan alnan egrî çyzyklar,  $X, Y$  tekizligini birnäçe faza bölüp biler.

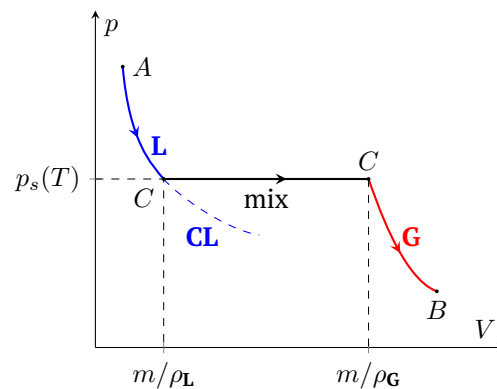
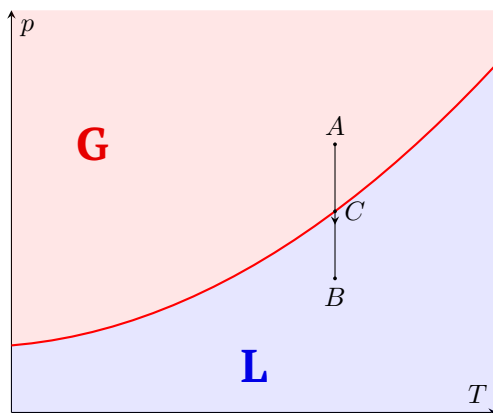
Bu meselede izopropil spirtiniň mysalynda (indi IPA diýip atlandyrylýar), biz suwuklyk (**L**) ↔ gaz (**G**) faza geçişini  $(p, T)$  koordinatalarda öwreneris. IPA (izopropil spirt) köp ulanylýan antiseptik serişde bolsa-da, ony içmek gadagandyr! Şeýle hem, IPA-nyň buglaryndan dem almak hem kelle agyra sebäp bolup biler, şonuň üçin ondan dem almak, ysgamak hem maslahat berilmeyär. Kadaly atmosfera  $p_0 = 101 \text{ kPa}$  basyşynda IPA-nyň gaýnama temperaturasy  $83^\circ\text{C}$ .

Görnüşi ýaly, faza geçişiniň  $(p, T)$  egrisiniň görnüşi, bug emele gelmeginiň udel ýylylygy (massanyň birligine düşýän ýylylyk)  $L$  bilen Klauziýus-Klauziýus kanuny arkaly baglanyşyklydyr.

Bu kanuny umumy teoretik nukdaýnazardan getirip çykarmak mümkin. Munuň üçin,  $A$  nokatdan  $B$  nokada çenli  $T$  temperaturada izotermiki gysylma seredeliň.



Suwuň  $p, T$  koordinatalardaky faza diagrammasy.



Doýgun buguň basyşyndan uly basyşlarda  $p, V$  koordinatalarda  $p_s(T)$  egrî suwuklyk üçin izoterma bolup durýar we onuň görnüşi bize möhüm däl. Doýgun buguň basyşyna deň bolan basyşda  $p_s(T)$  proses  $p, V$  koordinatalarda gorizontal göni çyzyk görnüşine eýe bolýar. Bu göni çyzyk, dürli gatnaşyklarda **G** (gaz) we **L** (suwuklyk) garyndylarynyň deňagramlylygyna degişlidir. Basyş  $p_s(T)$ -den pes bolsa,  $(P, V)$  egrî çyzyk **G** gazyň izotermasy

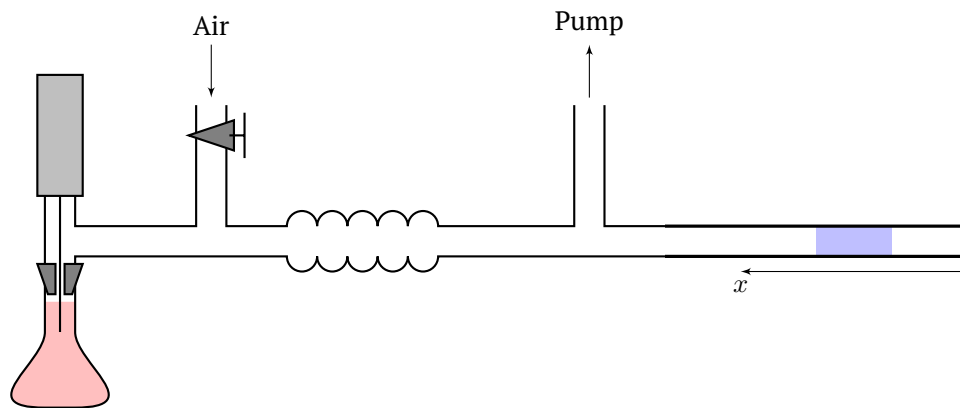


bolýar. **G** (gaz) ideal gazyň halynyň deňlemesine, ýagny Mendeleýew-Klapeýron deňlemesine boýun egýär diýip hasap edeliň:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT,$$

bu ýerde  $\mu$  gazyň molekulasynyň molýar massasy,  $R = 8.314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ - uniwersal gaz hemişeligi.

**A1**  $p, V$  koordinatalarda  $A \rightarrow B$  ýaly hadysalaryň egrilerini iki dürli temperaturalarda:  $T$  we  $T + dT$  üçin çyzyň. **2.0**  
 $dp_s = p_s(T + dT) - p_s(T)$  we  $dT$  arasyndaky baglylygy almak üçin Karnonyň teoremasyny ulanyp boljak aýlawy saýlaň. Meseläniň jogabyna  $p_s$  basyş,  $T$  temperatura,  $L$  bug emele gelmeginiň udel ýylylygy, molekularyň  $\mu$  molýar massasy we  $\rho_L$  suwuk fazanyň dykzlygy girip biler.



Ýokarda suratlandyrylan gurluşyň shemasy teklipe edilýär. **Çep çykyş**, sistemanyň içindäki basyşy sazlamaga mümkinçilik berýän sazlaýjy klapana eýedir. **Sag çykyş** bolsa wakuum nasosa birikdirilendir. Basyşy ölçemek üçin, kapillýaryň içinde damja bolan gaz manometri ulanylýar. **Termometr bilen gaty seresaplylyk bilen işläň!** **Täze wakuum sistemasy berilmeýär.**

**A2** Wakuum sistemasynyň içinde wakuum nasosyň ýetirip biljek iň pes basyşyny  $p_{\min}$  tapyň. **1.0**

Hakyky fiziki sistemalar elmydama deňagramly ýagdaýda bolmaýarlar. Meselem, IPA köplenç aşagyzydyrylan ýagdaýda gözegçilik edilýär: ýagny, faza diagrammasyna görä ol gaz ýagdaýynda bolmaly bolsa-da, metastabil suwuk ýagdaýynda bolýar. Kolbadaky aşagyzydyrylan IPA-ny bugartmak üçin ony silkeläň. Kolbaň içindäki çäge şol maksat üçin guýlandyr.

**A3** IPA (izopropil spirtiň) atmosfera basyşyndaky gaýnama temperaturasyny mümkin boldugyça takyk ölçäň. **1.0**

**A4** Azyndan 10 sany  $p_s < p_0$  basyş bahasy üçin  $T$ -nyň  $p_s$  baglylygyny ölçäň. Munuň üçin aşakdaky ölçeg şemasyny ulanyň. Atmosfera basyşynda, kolba içindäki IPA-ny, öwrenilýän basyş  $p_s$ -däki gaýnama temperaturasyndan has ýokary boljak derejede gyzydyň. Soňra klapanyň kömegi bilen sistemanyň basyşyny  $p_s$ -e deň edip sazlaň we kolbadaky temperaturanyň peselmegine gözegçilik ediň. Eger temperatura plato ýagdaýyna çykyň, gaýnama prosesi silkme (çaykama) bilen başlamasa, görkezilen temperatura gaýnama temperaturasy bolýar. **4.0**

IPA-nyň molýar massasy  $\mu = 60.1 \text{ g/mol}$ . IPA suwuklygyň dykzlygy  $\rho_L = 0.786 \text{ g/cm}^3$ .

**A5**  $T$  we  $p_s$  ululyklaryň arasynda çyzykly baglylygyň alynýan koordinatalar sistemasynda olaryň baglylyk grafigini gurun. **1.0**

**A6** A5 punktaky grafigiň kömegi bilen spirtiň  $L$  bug emele gelmeginiň udel ýylylygyny kesgitläň. **1.0**