

**1. SUYUN FAZALARI (6 bal)** — *Johan Rune-son*. Bu məsələdə biz suyun faza diaqramına (ayrıca səhifədə verilib) baxacağıq. Birinci şəkil suyun 3-lü nöqtəsinin yaxınlığında faza diaqramını göstərir. [(s) – bərk, (l) – maye, (g) – qaz], ikinci şəkil isə ərimə əyrisini göstərir.  $\alpha$  və  $\beta$  fazaları tarazlıqda olduqda faza keçidi Clausius–Clapeyron tənliyi ilə ifadə olunur:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{1}{T} \frac{H_\beta - H_\alpha}{V_\beta - V_\alpha},$$

burada  $H_\alpha$   $\alpha$  fazasının xüsusi entalpiyası (vahid kütləyə düşən entalpiya) və  $V_\alpha$  xüsusi həcmidir (vahid kütlənin həcmi).

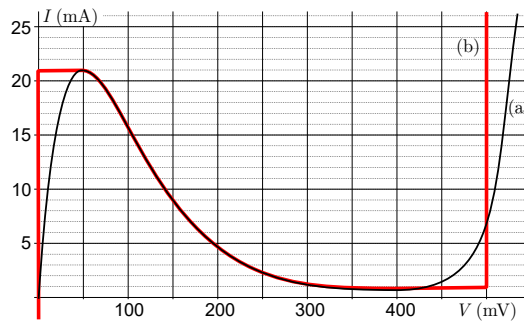
**i)** (1,5 bal)  $V_g \gg V_l$  olduğunu qəbul edərək maye-qaz keçidinin  $p(T)$  əyrisini  $\Delta H_{lg} \equiv H_l - H_g$  xüsusi buxarlanma istiliyi,  $p_0$  - əyri boyunca hər hansı bir referans təzyiqi,  $R$  - universal qaz sabiti və  $\mu$  molyar kütlə ilə ifadə edin..

**ii)** (1,5 bal) Yeri dəniz suyu ilə tarazlıqda olan hava və su buxarının qarışığından ibarət bircins atmosferə malik sistem kimi qəbul edək. Atmosferin temperaturu  $3^\circ\text{C}$  qədər artıqda su buxarının təzyiqi neçə faiz artar? Yerin cari temperaturunun  $15^\circ\text{C}$  olduğunu qəbul edin. Aşağıdakı sabitlərdən istifadə edə bilərsiniz: Universal qaz sabiti-  $R = 8,314 \text{C mol}^{-1} \text{K}^{-1}$  və suyun molyar kütləsi-  $\mu = 18,015 \text{q mol}^{-1}$ .

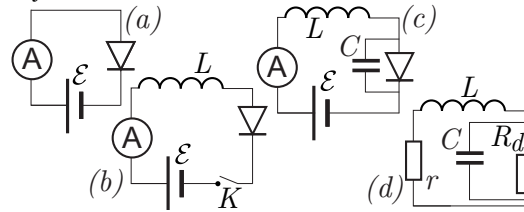
**iii)** (3 bal) Əsaslı yaxınlaşmalardan istifadə edərək atmosfer təzyiqində su ilə buzun xüsusi həcmələrinin  $V_l - V_s$  fərqi tapın.

**2. TUNEL DİODU (10 bal)** — *Jaan Kalda*.

Tunel diodunun V-I əyrisi aşağıdakı (a) şəklində göstərilmişdir. Məsələnin bəzi hissələrində ideallaşdırılmış (b) əyrisindən istifadə edəcəyik.



**i)** (1 bal) Diodun V-I asılılığını ölçmək üçün diod dəyişdirilə bilən cərəyan mənbəyinə ardıcıl qoşulur. ( $\mathcal{E}$  e.h.q-si  $0\text{V}$  dan  $1\text{V}$  -a qədər dəyişir, (a)- dövrəsinə bax) Ampermetrin daxili müqaviməti  $r = 2\Omega$  tətbiq olunan gərginlik isə  $\mathcal{E} = 50\text{mV}$  -dur. Diodun həqiqi V-I qrafikindən istifadə edərək dioda düşən  $V_i$  gərginliyini və ampermetrin  $I_i$  göstərişini təyin edin.



**ii)** (1 bal) İndi isə naqillərin xüsusi induktivliyini hesaba qataq. İnduktivliyin təsirini nəzərə almaq üçün dövrəmizi (b)-dəki kimi qəbul edək. Qəbul edək ki,  $L = 500\text{nH}$ -dir.  $K$  açarı gərginlik  $\mathcal{E} = 250\text{mV}$  olaraq tənzimlənənədək açıq saxlanılır və daha sonra bağlanır. Dövrədəki cərəyan şiddətinin  $I_1 = 20\text{mA}$  -ə çatmasına qədər keçən vaxtı tapın. Bundan sonra (əksi qeyd edilməyənədək) batareyanın və ampermetrin daxili müqavimətini nəzərə almayın, yəni  $r = 0$  götürün. Diodun ideallaşdırılmış V-I əyrisini istifadə edin.

**iii)** (1 bal) ii bənddəki eyni tənzimləmə ilə açar bağlandıqdan nə qədər sonra diodun gərginliyinin  $V_2 = 500\text{mV}$  -a çatacağını hesablayın.

**iv)** (2 bal) ii bənddəki eyni tənzimləmə ilə

dioddan keçən cərəyanın zamandan asılılıq qrafikini qurun və cərəyanın rəqslərinin amplitud və periodunu tapın.

**v)** (2 bal) (b) dövrəsi diodun V-I ərisini ölçmək üçün istifadə olunur. Əyridəki hər bir nöqtə üçün açar açıq halda gərginlik lazım olan qiymətə gətirilir və daha sonra bağlanır. Nəzərə alın ki cərəyanın rəqslərinin tezliyi çox böyük olduqda ampermetr **orta cərəyanı** göstərəcək. Gözlənilən ölçmə nəticələrinə əsasən qrafik qurun, yəni orta cərəyanın tətbiq olunan  $V = \mathcal{E}$  gərginliyindən asılılıq qrafikini.

**vi)** (1 bal) Bu zamana qədər qəbul etdik ki, diod ideal cihazdır; əslində isə onun kiçik də olsa tutumu mövcuddur. Bu tutumun  $C = 30\text{pF}$  olduğunu qəbul edin. Bunu nəzərə almaqla dövrəmizi (c)-dəki kimi götürə bilərik. Ampermetrin ideal olmadığını və daxili müqavimətinin  $r = 2\Omega$  olduğunu qəbul edin. Açar bağlandıqdan sonra gərginlik yavaşca  $\mathcal{E} = 0\text{mV}$  dan  $\mathcal{E} = 150\text{mV}$ -ə gətirilir və  $V(t) \equiv V_0$  və  $I(t) \equiv I_0$  -da dayanıqlı (cərəyanın rəqs etmədiyi hal) rejim meydana gəlir. Diodun cərəyanında və gərginlikdə  $I = I_0 + \delta I(t)$  və  $V = V_0 + \delta V(t)$  kimi kiçik dəyişiklik olduğunu fərz edək. Burada  $I_0$  və  $V_0$  dayanıqlı rejimdəki gərginlik və cərəyandır. Dəyişikliklərin amplitudunun kiçik qiymətlərində diodun V-I əyrisi  $\delta V = R_d \delta I$  kimi xəttləşdirilə bilər. Burada  $R_d$  diodun *diferensial müqavimətidir*.  $R_d$  -in qiymətini tapın.

**vii)** (2 bal) Məsələnin əvvəlki bəndinə davam edək. Sual oluna bilər ki, (c) dəki dövrənin dayanıqlılığı necədir? Yəni  $\delta I(t)$  dəyişməsi zamanla ekponensial olaraq artacaq ya yox? Bu isə dayanıqlılıq üçün (d) dövrəsinə uyğun gəlir (batareyaya çıxarılıb, diod əvvəlki bənddə tapdığınız diferensial müqavimətlə əvəz olunub). Naqillərin  $L$  induktivliyinin maksimum hansı qiymətində sistem dayanıqlıdır?

**3. KONUSVARI OTAQ (3 bal)** — *Maté Vigh*.

Müasir muzeylərdən birinin intery-

eri təpə bucağı  $120^\circ$  olan dik konus şəklindədir (yəni divarlar şəqullə  $60^\circ$  bucaq əmələ gətirir). Cismi konusun oturacağından mərkəzindən təpə nöqtəyə, yəni divarların ən yüksək nöqtəsinə atmaq üçün minimal sürət  $v_0$ -dır. Cismi divara çətdırmaq üçün minimal sürət nə qədər olmalıdır?

**4. DRON (9 bal)** — *Lasse Franti ve Jaan Kalda*. Dron paralelepiped (kuboid) sxemdə göstərilirdiyi kimi dartır. Kuboid üfqi müstəvidə kiçik amma sabit sürətlə hərəkət edir. Kuboid bircins materialdan hazırlanmışdır. Ayrıca səhifədə verilmiş sxemdən lazımı ölçmələri apara bilərsiniz. Bütün məsafələr və uzunluqların naməlum bir miqyasda kiçildildiyini qəbul edin. Əgər şəkli çap etmə imkanınız yoxdursa, mətni birbaşa kompyuterdən oxuyursunuzsa şəkil üzərində istifadə edə biləcəyiniz qırıq xətlər göstərilmişdir. (hansı ki sizin işinizə yaraya da bilər yaramaya da).

**i)** (2 bal) Kuboid ilə müstəvi arasındakı sürtünmə əmsalını tapın.

**ii)** (2 bal) Dronun kütləsinin  $m = 1\text{kg}$  olduğunu bilərək kuboidin kütləsinə təyin edin.

**iii)** (2 bal) İndi isə biz dronun adiabatik atmosferdə uçuşuna baxacağıq. Adiabatik atmosferdə hava təbəqələri adiabatik olaraq sıxılmaqla və ya genişlənməklə daimi yuxarı-aşağı hərəkət edir. Göstərmək olar ki adiabatik atmosferdə temperatur  $z$  hündürlüyü ilə xətti asılı olub  $T = T_0 - zg/c_p$  kimi dəyişir, burada  $T_0 = 293\text{K}$  yer səthindəki temperaturdur. Havanın sabit təzyiqdəki xüsusi istilik tutumu  $c_p = 1,00\text{C q}^{-1}\text{K}^{-1}$ , sərbəstdüşmə təcili isə  $g = 9,81\text{m/san}^2$  -dir. Havanın  $\rho$  sıxlığının hündürlükdən asılılığını tapın. Cavabı yer səthindəki ( $z = 0$ ) havanın  $\rho_0$  sıxlığı, havanın sabit həcmdəki xüsusi istilik tutumu  $c_v = 0,718\text{C q}^{-1}\text{K}^{-1}$  və yuxarıda qeyd edilən digər fiziki sabitlərlə ifadə edin.

**iv)** (3 bal) Fərz edin ki, yüksüz dronun maksimal qalxma yüksəkliyi  $z_{\max}$  limit-

lidir. Dronun yer səthində qaldıra biləcəyi maksimal ağırlığın öz ağırlığının **50%** -i olduğunu qəbul edərək,  $z_{\max}$  -i tapın. Dronun hərəkətində turbulans effektlərini nəzərə almayın.

**5. ŞÜŞƏNİN SƏSİ (8 bal)** — *Jaan Kalda ve Eero Uustalu. Levazimatlar:* 1 litrlik boş şüşə, həcmi məlum olan (təxminən 100 ml) stəkan (yaxud suyun həcmi ölçə bilmək

üçün başqa bir alət), “Physics Toolbox Sensor Suite” yaxud “Physics Toolbox Pro” tətbiqetməsi yüklənmiş smartfon (kağızda hansı versiyanı istifadə etdiyinizi yazın).

Əgər şüşənin ağzına üfürsəniz fit səsi meydana gələcək. Şüşənin ağzına səliqə ilə, onun oxuna perpendikulyar istiqamətdə üfürmək lazımdır. Bu tapşırıqda şüşənin içərisindəki suyun tutduğu  $V$  həcmindən

asılı olaraq əmələ gələn səsin  $f$  tezliyini tədqiq edəcəksiniz.

**i)** (4 bal) Şüşənin ağzına yaxın üfürdüyünüz zaman əmələ gələn səsin tezliyini “Physics Toolbox” tətbiqetməsindəki “tone detector” yaxud “spectrum analyzer” menyusundan ölçə bilərsiniz. (tətbiqetmə açıldıqda menyü ekranın sola üst küncündən açılır). Əgər aydın səs əldə etsəniz “tone detector”u istifadə

edin, əks halda isə “spectrum analyzer” ilə spektrin piki sizə axtardığınız tezliyi verəcək. Ölçmələrinizi cədvəlləşdirin.

**ii)** (1 bal) Ya nəzəri əsaslandırma ilə yaxud da data analizi ilə  $f$  in  $V$ -dən asılılığını təyin edin.

**iii)** (3 bal) Təklif etdiyiniz asılılığı qrafiki olaraq yoxlayın və onun parametrlərini təyin edin. Xata hesabı tələb olunmur.

