

Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь
Беларускі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя М. Танка

В. Н. Котла
С.А. Васілеускі
І.У. Дзядзюля

Заданні

для самастойнай работы па курсе
"Малекулярная фізіка і ўводзіны ў тэрмадынаміку"

Мінск 2005

Прадмова

Метадычны дапаможнік прадстаўляе сабой сістэму тэматычных заданняў для самастойнай работы студэнтаў пры вывучэнні раздзела "Малекулярная фізіка і ўводзіны ў тэрмадынаміку" курса агульнай фізікі. Ён складзены ў адпаведнасці з дзеючай праграмай па гэтаму курсу для спецыяльнасці П01.02.00 фізіка з дадатковымі спецыяльнасцямі П01.02.01 матэматыка або П01.02.03 інфарматыка і прызначана для студэнтаў фізічнага факультэта Беларускага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта.

Дапаможнік змяшчае 15 тэм. У кожнай тэме вызначаецца яе змест, які адпавядае праграме, спасылкі на рэкамендаваную літаратуру, даецца пералік кантрольных пытанняў па зместу тэмы, а таксама якасныя пытанні да гэтай тэмы. Лічым, што якасныя пытанні вельмі неабходныя. Адказы на іх патрабуюць не толькі фармальнага ведаў, але і глыбокага разумення разглядаемых пытанняў, умення аналізаваць і абагульняць розныя факты і з'явы, якія тычацца зместа тэмы. Падбор гэтых пытанняў ажыццяўляўся з розных крыніц вучэбнай і навукова-папулярнай літаратуры.

Тэма 1. Малекулярна-кінетычная тэорыя рэчыва

Змест. Асноўныя палажэнні малекулярна-кінетычнай тэорыі рэчыва, эксперыментальнае яе абгрунтаванне. Тэрмадынамічны і статыстычны падыходы да вывучэння макраскапічных сістэм. Ідэальны газ. Ціск газу. Абсалютная тэмпература. Вымярэнне ціску і тэмпературы. Малекулярна-кінетычнае тлумачэнне абсалютнай тэмпературы і ціску. Тэмпература і ціск як статыстычныя велічыні. Флуктуацыі і іх праяўленні.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1.; Л.2. с. 14—35, 186—188, 197; Л.3. с. 5—19; Л.4. с. 18—32, 42—48; Л.5. с. 262—265, 273, 274, 329—331; Л.6.с. 16—26, 65—66.

Заданне 2. Прадумаўце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

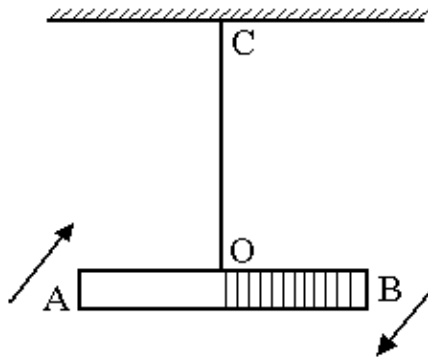
1. Што называецца колькасцю рэчыва, малярнай і адноснай малекулярнай масай.
2. Што такое малекулярна-кінетычная тэорыя рэчыва?
3. Сфармулюйце асноўныя палажэнні малекулярна-кінетычнай тэорыі рэчыва. Прывядзіце эксперыментальныя падцвярджэнні гэтай тэорыі.
4. Якія падыходы да вывучэння макраскапічных сістэм выкарыстоўваюцца ў малекулярнай фізіцы ?
5. Які газ называецца ідэальным? У якім стане рэальны газ можна прыняць за ідэальны? Якія з рэальных газаў пры нармальным умовах найбольш блізкія да ідэальнага газу?
6. Што такое ціск газу? Назавіце адзінкі вымярэння ціску і суадносіны паміж імі. Якімі прыладамі вымяраецца ціск газаў?

7. Што разумеецца пад паняццем “тэмпература”? “Тэмпературныя шкалы”. Назавіце адзінкі вымярэння тэмпературы.
8. Што называецца абсалютным нулём тэмпературы і які яго фізічны сэнс?
9. Дайце вызначэнне адзінцы тэмпературы у СІ — Кельвіна.
10. Раскажыце аб будове і прызначэнні розных тэрмометраў (газавага, мінімальнага, максімальнага, кантактнага).
11. Маллекулярна-кінетычны сэнс ціску і тэмпературы.
12. Пакажыце, што ціск і тэмпература з’яўляюцца статыстычнымі велічынямі.
13. Што такое флуктуацыі? Прывядзіце прыклады праяўлення флуктуацыі фізічных велічынь

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Растворы дыму ў паветры (“Дым тае ў паветры”).
2. Колькі моляў рэчыва змяшчаецца у 2кг вадарода, у 32 г кісларода?
3. Ці можна сцвярджаць, што броўнаўскі рух ёсць цеплавы рух малекул?
4. Пры рамонце дарогі асфальт разаграваюць. Чаму пах разагрэтага асфальта адчуваецца здалек?
5. Для памяншэння трэння паверхняў, якія труцца, іх шліфуюць і паліруюць. Аднак у залежнасці ад якасці шліфоўкі або паліроўкі трэнне памяншаецца неабязмежна — пры далейшай апрацоўцы паверхні трэнне пачынае павялічвацца. Чаму?
6. На якой фізічнай з’яве заснаваны спосаб цэментацыі сталі?
7. Ці з’яўляецца бязладны рух пылінак у паветры броўнаўскім рухам?
8. Для дакладных вымярэнняў у тэхніцы выкарыстоўваюць сталыя брускі, якія называюць пліткамі Іагансона. Прыцістутыя адна да адной гэтыя пліткі трымаюцца вельмі трывала? Чаму?

9. Фотаздымкі малекул можна атрымаць, але гэта цяжка. Ці толькі ў малых памерах малекул прычыны гэтых цяжкасцяў?
10. Вядома, што малекулы газа робяць хаатычныя цеплавы рух. Чаму роўна сярэдняя хуткасць малекул газа ў сасудзе, калі ён знаходзіцца ў стане спакою? Калі сасуд рухаецца з некаторай хуткасцю ў нейкім накірунку? Ці зменіцца пры гэтым ціск і тэмпература газу?
11. Чаму ў медыцынскіх тэрмометрах выкарыстоўваюць ртуть, а не спірт або эфір. Які з тэрмометраў (ртурны або спіртавы) больш адчувальны?
12. Пры якой тэмпературы тэрмометры Рэамюра і Цельсія паказваюць аднолькавую колькасць градусаў?
13. Ці можна карыстацца ртутным тэрмометрам у Антарктыдзе?
14. Як паказалі даследаванні, скорасць малекул у верхніх пластах атмасферы адпавядае некалькім тысячам градусаў. Чаму ж не плавіцца спутнік, які рухаецца ў гэтых пластах?
15. Якую тэмпературу пакажа тэрмометр у адкрытым космасе, дзе шчыльнасць газу блізкая да нуля?
16. Газ знаходзіцца ў сасудзе, тэмпература якога адрозніваецца ад тэмпературы газу. У якім выпадку ціск газу на сценкі сасуда будзе большым: калі тэмпература сценак вышэй за тэмпературу газу ці калі яна будзе ніжэй за тэмпературу газу?
17. Шкляную пласцінку АВ пакрываюць з аднаго боку (В) слоём медзі (гл. мал.) і падвешваюць на ніці СО. У паветры пласцінка не рухаецца, але ў хлары яна паварочваецца на некаторы вугал амядненым бокам “ўперад”. Улічваючы, што малекулы хлора паглынаюцца меддзю, а шклом адбіваюцца, растлумачце паварот пласцінкі.



18. Чаму адбываецца броўнаўскі рух часцінак? Чаму гэты рух найбольш дробных узважаных часцінак адбываецца асабліва хутка, а больш буйных амаль што непрыкметна?
19. Раствлумачце блакітны колер неба.
20. Раствлумачце з'яву крытычнай апалясценцыі.
21. Чаму малекула пры сутыкненні са сценкай сасуда дзейнічае на яе з сілай, якая прапарцыянальна хуткасці, а ціск прапарцыянальна квадрату хуткасці?
22. Бурбалка паветра падымаецца са дна вадаема на яго паверхню. Як змяняецца выштурхваючая сіла, якая дзейнічае на бурбалку? Які характар руху бурбалкі?
23. Вядома, што мыльныя бурбалкі, якія напаўняюцца паветрам, якое мы выдыхаем, спачатку падымаюцца ўверх, а потым апускаюцца. Чаму гэта адбываецца?
24. Вядома, што глеба “дышае”: ноччу адбываецца ўдых, а днём — выдых. Раствлумачце чаму і як гэта адбываецца.
25. Чаму ў гарачае надвор'е гумавы мяч падскоквае пры удары аб падлогу некалькі вышэй, чым пры такім жа удары ў халоднае надвор'е?
26. Мяч настольнага тэнісу атрымаў невялікую ўвагнутасць. Чаму пры апусканні яго ў гарачую ваду мяч зноў прыме форму шара?

Тэма 2. Асноўнае раўнанне кінетычнай тэорыі газаў

Змест. Асноўнае раўнанне кінетычнай тэорыі газаў. Пастаянная Больцмана. Раўнанне Мендзялеева-Клапейрона. Малярная (ўніверсальная) газавая пастаянная. Газавыя законы.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2 с. 35—37, 189—193; Л.3. с. 21—32; Л.4.с. 20—23, 32—39; Л.5. с. 275—277; Л.6. с. 27—37, 210.

Заданне 2. Прадумайце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

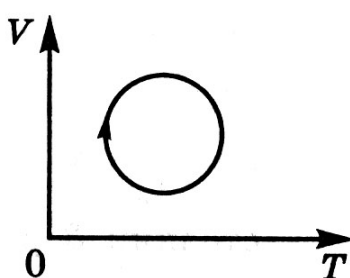
1. Што ўстанаўлівае асноўнае раўнанне кінетычнай тэорыі газаў? Атрымайце раўнанне Клаўзіўса і растлумачце яго.
2. Атрымайце выраз, які адлюстроўвае сувязь паміж ціскам p , канцэнтрацыяй n газа і тэмпературай T .
3. Атрымайце выраз, які ўстанаўлівае сувязь паміж сярэдняй кінетычнай энергіяй малекулы і тэмпературай газу (раўнанне Больцмана).
4. Што такое пастаянная Больцмана? Атрымайце яе лікавае значэнне. Які яе фізічны сэнс?
5. Што называецца колькасцю рэчыва, малярнай і адноснай малекулярнай масай? У якіх адзінках вымяраюцца гэтыя велічыні? Раскажыце аб вызначэнні колькасці структурных элементаў (атамаў або малекул) у зададзенай масе рэчыва.
6. Атрымайце раўнанне Клапейрона і Мендзялеева-Клапейрона і растлумачце іх. Які фізічны сэнс удзельнай і ўніверсальнай газавай

пастаяннай? Як атрымаць лікавае значэнне малярнай газавай пастаяннай?

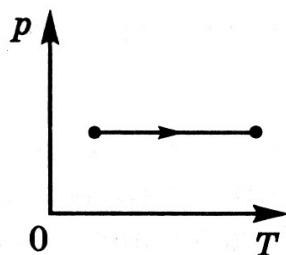
7. Сфармулуйце і запішыце раўнанні асноўных газавых законаў. Адлюструйце гэтыя законы графічна.
8. Сфармулуйце і растлумачце законы Авагадра і Дальтона.
9. Атрымайце выраз для разліку малярнай масы сумесі нерэагуючых газаў.

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Два розныя па аб'ёму сасуды, якія напоўнены паветрам пры нармальным ціску, у зачыненым становішчы маюць аднолькавую тэмпературу. Ці будзе ціск у іх аднолькавым пасля ахалоджвання сасудаў да аднолькавай тэмпературы?
2. Два аднолькавыя па аб'ёму сасуды напаўняюцца паветрам да аднолькавага ціску, пры гэтым тэмпература паветра ў сасудах неаднолькавая ($T_1 \neq T_2$). У зачыненым становішчы тэмпература ў абодвух сасудах павысілася на адну і тую ж велічыню ΔT . Ці застанецца аднолькавым ціск у абодвух сасудах?
3. У зачыненым сасудзе знаходзіцца газ, малекулы якога пры удары аб сценкі перадаюць ім частку сваёй кінетычнай энергіі. У выніку чаго, калі б сасуд быў цеплаізаляваны, ён павінен быў бы награватца. Ці так гэта?
4. Адлюструйце графікі ізатэрмічнага, ізахарычнага і ізабарычнага працэсаў ідэальнага газу ў каардынатах p, V ; p, T ; V, T .
5. Адлюструйце ў каардынатах p, V графікі ізатэрмічных працэсаў пры адной і той жа тэмпературы для розных мас газаў.

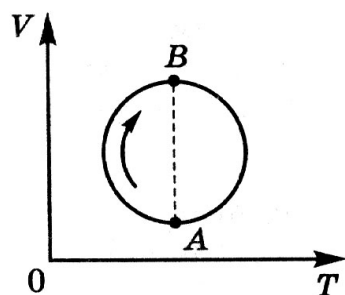


6. Цеплавы працэс, які выконваецца газам у зачыненым сасудзе, адлюстраваны на графіку. Вызначыць пункты, у якіх максімальныя і мінімальныя тэмпература газа, яго аб'ём і ціск.
7. Адлюструйце графікі ізатэрмічных працэсаў газа: а) для дзвюх аднолькавых мас газу ($m_1 = m_2$), якія награюцца ў двух сасудах рознага аб'ёму ($V_1 > V_2$); б) дзвюх розных мас газу ($m_1 > m_2$), якія награюцца ў двух аднолькавых сасудах ($V_1 = V_2$).
8. Адлюструйце графікі залежнасці шчыльнасці ідэальнага газу ад тэмпературы пры ізохорным, ізатэрмічным і ізабарычным працэсах.
9. Пры ізохорным награванні газа была атрымана залежнасць $P(T)$. Што адбываецца з газам?



10. Вы надзьмулі шчокі. Пры гэтым і аб'ём і ціск паветра ў роце павялічваюцца. Як гэта ўзгадніць з законам Бойля-Марыёта?
11. Цеплаперадача ад аднаго цела да другога адбываецца толькі тады, калі паміж імі існуе рознасць тэмператур. Чаму ж выпараецца вада са шклянкі, якая мае тэмпературу навакольнага асяроддзя? Для выпарэння вады неабходна некаторая колькасць цеплыні, якую вада з суседняй прасторы атрымаць не можа. Як жа адбываецца выпарэнне?

12. Як змяняўся ціск P ідэальнага газа ў кругавым працэсе на ўчастку АВ?



Тэма 3. Размеркаванне малекул

Змест. Размеркаванне малекул па скарасцях Максвела. Вымярэнне скарасцей малекул, дослед Штэрна. Доследная праверка размеркавання малекул па скарасцях. Газ у сілавым полі. Бараметрычная формула. Размеркаванне Больцмана. Эксперыментальнае вызначэнне ліку Авагадра.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1.; Л.2 .с. 193—196, 250—258, 270—290; Л.3. с. 32—50; Л.4. с. 39—42, 48—55, 63—83; Л.5. с. 289, 290, 310—325; Л.6. с. 10—14, 38—46, 59—65.

Заданне 2. Прадумайце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. Раскажыце аб цеплавым руху малекул і яго асаблівасцях. У якіх межах могуць змяняцца скорасці малекул газа? Якая імавернасць набыцця малекулай скарасцей $v = 0$ і $v = \infty$?
2. Ад чаго залежыць лік малекул, якія маюць скорасці ў межах ад v_1 да v_2 ? Што такое функцыя размеркавання?

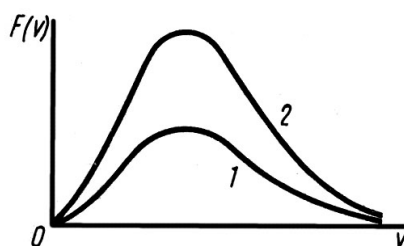
3. Які выгляд мае функцыя размеркавання Максвела? Дайце графічнае яе адлюстраванне.
4. Запішыце матэматычна закон размеркавання малекул па скарасцях Максвела і растлумачце яго. У якіх выпадках закон размеркавання малекул справядлівы?
5. Што называюць найбольш імавернай скорасцю? Як атрымаць выраз для разліку найбольш імавернай скорасці? Напішыце гэты выраз.
6. Запішыце закон размеркавання малекул у прыведзеным выглядзе. Як атрымліваецца выраз гэтага закона?
7. З якой мэтай уводзіцца паняцце аб сярэдняй скорасці малекул? Чым выклікана неабходнасць увядзення сярэдняй арыфметычнай і сярэдняй квадратычнай скорасці малекул? Запішыце адпаведныя выразы, па якіх можна вызначыць гэтыя скорасці.
8. Раскажыце аб эксперыментальным вызначэнні скорасці малекул. Як эксперыментальна падцвердзіць справядлівасць закона размеркавання малекул па скарасцях?
9. Што адбываецца з газам у полі сілы цяжару? Якія фактары ўплываюць на размеркаванне малекул паветра па вышыні ў атмасферы Зямлі?
10. Атрымайце выраз для бараметрычнай формулы і растлумачце яго. Атрымайце закон змянення канцэнтрацыі малекул з вышыней (закон Больцмана)
11. Запішыце закон размеркавання Максвела-Больцмана і растлумачце яго.
12. Раскажыце аб эксперыментальным вызначэнні ліка Авагадра.

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Згодна з законам размеркавання малекул па скарасцях Максвела сярод малекул атмасферы Зямлі ёсць нейкая колькасць такіх, у якіх скорасць цеплавога руху перавышае другую касмічную. Да якіх геафізічных вынікаў павінна гэта прывесці?
2. Раствлумачце, чаму на Луне няма атмасферы.
3. У доследзе Штэрна налет серабра быў выяўлены і побач са следам, які стварыўся малекулярным пучком на цыліндры, калі ён пакоіўся. Аднак гэты налет быў размыты, прычым па краям ён быў непараўнальна больш тонкім, чым у сярэдняй частцы паласы. На якія асаблівасці цеплавога руху малекул указвае гэты факт?
4. Ці можна па метаду Штэрна вызначыць скорасць адной малекулы?
5. У колькі разоў сярэднеквадратычная скорасць малекул кісларода менш за сярэднеквадратычную скорасць малекул вадарода, калі тэмпература газаў аднолькавая?
6. У якіх пластах атмасферы паветра больш блізкае да ідэальнага газу — каля паверхні Зямлі ці на вялікіх вышынях?
7. У кабіне касмічнага карабля, які ляціць па арбіце, падтрымліваецца нармальны атмасферны ціск, хаця паветра ў кабіне бязважкае, як і ўсе целы, якія знаходзяцца ў ёй. Раствлумачце гэта.
8. Газ верціцца ў цэнтрафузе. Лічачы, што поле цэнтрабежных сіл інерцыі эквівалентна полю сілы цяжару, напішыце выраз для размеркавання малекул газа ў цэнтрафузе.
9. Аргументуйце сцверджанне, што ў сумесі малекул розных гатункаў, якая знаходзіцца ў раўнавазе, кожны гатунак малекул падпарадкоўваецца таму ж Максвелаву размеркаванню па скарасцях, якое б ён меў, калі б іншыя гатункі адсутнічалі.
10. Кісларод і вадарод маюць аднолькавую тэмпературу. Ці з аднолькавай сярэднеквадратычнай хуткасцю рухаюцца іх

малекулы? Ці аднолькавыя ў іх сярэдняя кінетычная энергія малекул?

11. Усе ардынаты крывой 2 удвая большыя, чым адпаведныя ардынаты крывой 1. Чым адрозніваюцца функцыі размяркавання малекул па скарасцях, што адлюстроўваюцца гэтымі крывымі?



Тэма 4. З'явы пераносу ў газах

Змест. Сярэдняя даўжыня і сярэдні час свабоднага прабега малекул. Вакуум. Атрыманне і метады вымярэння нізкіх ціскаў. З'явы пераносу ў газах. Дыфузія. Унутранае трэнне. Цеплаправоднасць. Цеплаправоднасць і унутранае трэнне пры нізкім ціску.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.2. с. 326—329, 338—350, 356—360; Л.3. с. 72—85; Л.4. с. 131—139, 181—184, 197—207; Л. 5.с. 395—414; Л.6. с.54—58, 187—198.

Заданне 2. Прадумаіце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. Што называецца эфектыўным дыяметрам малекулы? Ад чаго ён залежыць?
2. Як разлічыць сярэдні лік сутыкненняў малекул у адзінку часу? Чаму ён роўны?
3. Чаму роўная агульная колькасць сутыкненняў усіх малекул у некаторым аб'ёме за адзінку часу?

4. Што называецца сярэдняй даўжыней свабоднага прабегу малекул?
Чаму яна роўная?
5. Ад чаго залежыць сярэдня даўжыня прабегу малекул?
6. Што называецца сярэднім часам свабоднага прабегу малекулы?
Чаму ён роўны?
7. Што называецца вакуумам? Якім бывае вакуум? Якая велічыня характарызуе ступень разрэджанасці газу?
8. Раскажыце аб атрыманні тэхнічнага вакуума.
9. Раскажыце аб будове і прыцыпе дзеяння форвакуумнай помпы.
10. Раскажыце аб будове і прыцыпе дзеяння помпы для атрымання глыбокага вакуума.
11. Раскажыце аб вымярэнні нізкіх ціскаў.
12. У чым сутнасць з'яў пераносу?
13. Што неабходна для ўзнікнення з'яў пераносу?
14. Што такое дыфузія? Калі адбываецца самадыфузія газаў?
15. Запішыце раўнанне Фіка. Якія велічыні яно злучае?
16. Які фізічны сэнс каэфіцыента дыфузіі? Чаму ён роўны?
17. Ад чаго залежыць дыфузія ў газах?
18. У чым сутнасць вязкасці газаў? Якая прычына вязкасці газаў і ад чаго яна залежыць?
19. Чаму роўна сіла ўнутранага трэння?
20. Які фізічны сэнс каэфіцыента вязкасці газаў? Чаму ён роўны?
21. У чым сутнасць цеплаправоднасці газаў? Які механізм цеплаправоднасці газаў?
22. Запішыце раўнанне Фур'е. Якія велічыні яно злучае?
23. Які фізічны сэнс каэфіцыента цеплаправоднасці? Чаму ён роўны?
24. Ад чаго залежыць цеплаправоднасць газаў?
25. Ці існуе ўнутранае трэнне пры нізкім ціску?
26. Ці адбываецца перанос цеплыні газам пры нізкім ціску?

Заданне 3. Прадумаіце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Павялічваецца ці памяншаецца папярочнае сячэнне малекул, якія сутыкаюцца пры павелічэнні тэмпературы? Як змяняецца сярэдняя даўжыня свабоднага прабегу малекул у залежнасці ад тэмпературы?
2. Ціск газу павялічыўся ў 2 разы. Як змянілася пры гэтым сярэдняя даўжыня свабоднага прабегу малекул, калі: а) тэмпература засталася нязменнай; б) тэмпература павялічылася ў 2 разы?
3. Як змяняецца каэфіцыент дыфузіі, цеплаправоднасці і вязкасці пры змяненні тэмпературы, калі газ знаходзіцца: а) у стане, які далекі ад тэхнічнага вакуума; б) у стане тэхнічнага вакуума.
4. Чаму пах нашатырнага спірту, які толькі што праліўся, у другім канцы пакоя выяўляецца праз некалькі дзесяткаў секунд, хаця хуткасць руху малекул складае некалькі соцён метраў у секунду?
5. Пры разгледжанні колбы тэрмаса ўнізе можна ўбачыць запаяны адростак. Для чаго ён неабходны?
6. З якой мэтай колбы для тэрмасаў пакрываюць люстэркавым пакрыццём?
7. Чаму пры вырабе сасудаў Дз'юара на час адпампавання паветра з прасторы паміж сценамі сасуды змяшчаюць у печ з тэмпературай 300—400 °С?
8. Чаму ў дыфузійных помпах у якасці вадкасці звычайна выкарыстоўваюць ртуть?
9. Як пры выкарыстанні дыфузійнай помпы дасягнуць максімальна магчымага разрэджання астаткавага газу ў ёмістасці?
10. Калі сярэдняя значэнне даўжыні свабоднага прабегу малекул у газе роўнае $\bar{\lambda}$, то чаму роўнае сярэдняе значэнне прабегу малекулы ўздоўж якой-небудзь адвольнай каардынатнай восі?

11. Чым растлумачыць, што ўсе з'явы пераносу працякаюць марудна, хаця ўсе яны адбываюцца дзякуючы хуткаму руху малекул?
12. Навошта на магістральных газоправодах неабходна праз пэўныя адлегласці ствараць кампрэсарныя станцыі, якія павышаюць ціск газу ў магістралях?
13. Адзін з метадаў раздзялення сумесі газаў на кампаненты заключаецца ў выкарыстанні дыфузіі праз порыстую перагародку. Якія ўласцівасці малекул выкарыстоўваюцца пры гэтым?
14. З сырога дрэва вытачаны два шары. Паверхню аднаго з іх пакрылі спіртавым лакам. Чаму шар, паверхню якога не пакрывалі лакам, праз нейкі час растрэскаўся, а шар, які пакрылі лакам, застаўся цэлым?
15. Чаму ўсе порыстыя будаўнічыя матэрыялы (порыстая цэгла, порысты бетон і г.д.) валодаюць лепшымі цеплаізаляцыйнымі ўласцівасцямі, чым шчыльныя матэрыялы.
16. Як змяняюцца каэфіцыенты пераносу пры змяненні ціску, калі газ знаходзіцца: а) пры звычайных умовах; б) у стане тэхнічнага вакуума.
17. Як змяняюцца каэфіцыенты пераносу пры змяненні тэмпературы, калі газ знаходзіцца: а) пры звычайных умовах; б) у стане тэхнічнага вакуума.
18. Якімі спосабамі можа перадавацца цеплыня ў кабіне касмічнага карабля ў стане бязважкасці? Як забяспечваецца неабходны тэмпературны рэжым у кабіне касмічнага карабля?
19. У ўмовах бязважкасці адсутнічае канвекцыя паветра, што неабходна для падтрымкі гарэння. Аднак і ў гэтым выпадку свечка або запалка будзе нейкі час гарэць слабым полымем шарападобнай формы. Чаму?

20. Ёмістасць падзелена порыстай перагародкай на дзве часткі роўнага аб'ёму. Пасля таго як з абодвух частак адпампавалі паветра, адну з іх запоўнілі азотам, а другую вадародам. Пачатковыя ціскі абодвух газаў аднолькавыя. Адлюструйце схематычна графік змянення ціску ў кожнай частцы ёмістасці ад часу.
21. Газ знаходзіцца ў сасудзе пры такім ціску, пры якім даўжыня свабоднага прабегу малекул значна перавышае памеры сасуда. Сасуд знаходзіцца у вакууме, у які выходзяць малекулы з сасуда праз маленькую адтуліну. Ці аднолькавая сярэдняя энергія малекул, якія ўваходзяць у вакуум і застаюцца ў сасудзе?

Тэма 5. Асновы тэрмадынамікі

Змест. Тэрмадынамічная сістэма. Параметры стану. Тэрмадынамічная раўнавага. Унутраная энергія. Узаемадзеянне тэрмадынамічных сістэм. Работа і цеплыня як формы абмена энергіяй паміж сістэмамі. Функцыі стану і функцыі працэсу. Раўнаважныя і нераўнаважныя працэсы. Першы пачатак тэрмадынамікі. Скарыстанне першага пачатка тэрмадынамікі да ізапрацэсаў.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2. с. 41—66; Л.3. с. 51—58, 61—64; Л.4. с. 95—103, 241—257; Л. 5.с. 265—273, 277—280; Л.6. с.67—69, 72—75, 95—100.

Заданне 2. Прадумайце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. Што называецца тэрмадынамічнай сістэмай? Прывядзіце прыклады тэрмадынамічных сістэм.
2. Якія бываюць тэрмадынамічныя сістэмы?

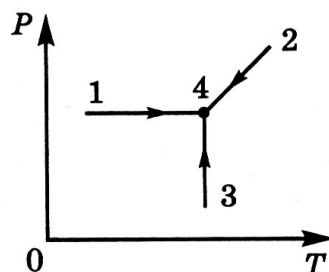
3. Што называюць параметрамі стану сістэмы?
4. Што такое тэрмадынамічная раўнавага?
5. Што называецца ўнутранай энергіяй? Ад чаго залежыць унутраная энергія?
6. Чаму роўна унутраная энергія ідэальнага газу?
7. Прывядзіце прыклады ўзаемадзеяння тэрмадынамічных сістэм. Якімі велічынямі характарызуюць гэта ўзаемадзеянне?
8. Што разумеюць пад велічыней работы? Чаму роўна элементарная работа, якая выконваецца газам пры змяненні яго аб'ёма?
9. Што такое цеплыня? У якіх адзінках яна вымяраецца.
10. Што называецца тэрмадынамічным працэсам? Назавіце вядомыя вам тэрмадынамічныя працэсы.
11. Што такое функцыя стану і функцыя працэсу? Прывядзіце прыклады функцый стану і функцый працэсу.
12. Які працэс называецца раўнаважным (квазістатычным)? Ці з'яўляецца ён абарачальным?
13. Што такое нераўнаважны працэс?
14. Сфармулюйце закон захавання і пераўтварэння энергіі.
15. Сфармулюйце першы пачатак тэрмадынамікі. Запішыце матэматычны выраз гэтага закона і дайце тлумачэнне велічыням, якія ўваходзяць у гэты выраз.
16. Скарыстайце першы пачатак тэрмадынамікі да ізатэрмічнага працэса. Якія асаблівасці пераўтварэння энергіі назіраюцца пры ізатэрмічным працэсе?
17. Скарыстайце першы пачатак да ізахарычнага працэса. Зрабіце тое ж самае для ізабарнага працэса. Якім чынам пераўтвараецца энергія ў гэтых працэсах?

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Пры якіх працэсах унутраная энергія сістэмы не змяняецца?
2. Крышталізацыя рэчыва адбываецца адначасова з вылучэннем цеплыні, хаця тэмпература рэчыва, якое зацвярдзявае, не паніжаецца. За кошт чаго вылучаецца цеплыня?
3. Ці можна перадаць целу якую-небудзь колькасць цеплыні, не выклікаючы пры гэтым павышэнне яго тэмпературы?
4. Як растлумачыць на падставе малекулярна-кінетычнай тэорыі награванне цел пры удары і пры трэнні?
5. Два аднолькавых сталёных шарыкі ўпалі з аднолькавай вышыні. Першы ўпаў у мяккі вязкі грунт, а другі, які стукнуўся аб камень і адскочыў, быў злоўлены рукой на некаторай вышыні. Які з шарыкаў найбольш змяніў сваю ўнутраную энергію.
6. Мука з-пад жорнаў выходзіць гарачай, хлеб з печы вынімаюць таксама гарачым. Параўнайце прычыны павышэння тэмпературы гэтых цел.
7. Калі жалезны ці іншы дрот інтэнсіўна згінаць і разгінаць, то ён істотна награецца ў месцы згібу. Растлумачце назіраемую з'яву.
8. Пры гарэнні электрычнай лямпачкі тэмпература інертнага газа, які змяшчаецца ў балоне, павышаецца. Ці можна сказаць, што ўнутраная энергія газа павялічылася? Што газу перададзена цеплыня?
9. Пры хуткім сцісканні гаручай сумесі ў цыліндры ўнутранага згарання яе тэмпература павышаецца. Ці можна сказаць, што ўнутраная энергія сумесі павялічылася? Што сумесь нагрэлася? Што сумесі перададзена цеплыня?
10. Прыведзіце прыклады, якія выразна праводзяць розніцу паміж колькасцю цеплыні і тэмпературай.
11. Чаму нельга адлюстраваць нераўнаважны працэс безупыннай крывой?

12. У цыліндры пад поршнем знаходзіцца газ пры пакаевай тэмпературы. На поршань праз кожную мінуту кладуць па пясчынцы. Газ вельмі павольна сціскаецца. Якім з'яўляецца працэс сціскання газу?
13. Раўнанне цеплавога баланса — матэматычны запіс меркавання, што пры цеплаабмене адны целы сістэмы атрымліваюць роўна столькі энергіі, колькі аддаюць іншыя. Высветліце межы прымянімасці гэтага раўнання, зыходзячы з першага пачатка тэрмадынамікі.
14. Чаму пры халастых стрэлах ствол гарматы нагрэецца больш, чым пры стрэлах снарадамі?
15. У якім выпадку для награвання металічнага шара да адной і той жа тэмпературы патрабуецца больш энергіі: калі шар вісіць на ніці ці калі ён размешчаны на падстаўцы? Лічыць, што падстаўка і ніць энергіі не паглынаюць.
16. Чаму пры ўбіванні цвіка ў дрэва галоўка яго мала нагрэецца, а калі цвік убіты, то дастаткова некалькі удараў, каб моцна нагрэць галоўку?
17. Гітару вынеслі на мароз. Яе струны нацягнуліся болш моцна, гэта значыць, павялічылася іх пругкая энергія. За кошт чаго адбылося гэта павелічэнне?
18. Растворачце, чаму ізатэрмічнае пашырэнне газа магчыма толькі пры падвядзенні да яго некай колькасці цеплыні.
19. Часам газ пры ахалоджванні аддае менш цеплыні, чым тая, якая была затрачана на яго награванне. Ці не супярэчыць гэта закону захавання энергіі?
20. Ці залежыць велічыня работы ідэальнага газа ад хуткасці яго пашырэння?

21. Вызначыць знак



работы газа пры

пераходзе з станаў 1,2,3 у стан 4 і характар цеплаабмену газа з навакольным асяроддзем.

Тэма 6. Адыябатны і палітрапічны працэсы

Змест. Адыябатны працэс. Раўнанне Пуасона. Скорасць гуку ў газе. Палітрапічны працэс.

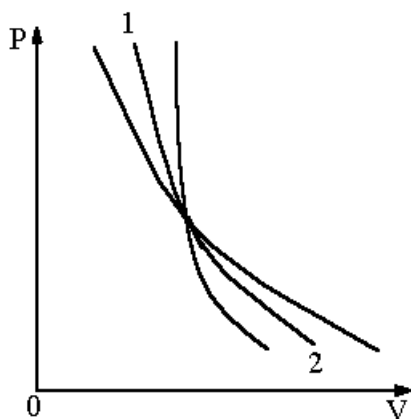
Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1 ; Л.2. с. 75—82; Л.3. с. 64—71; Л.4. с. 118—125; Л.5. с. 280—286; Л. 6. с. 102—107, 113—114.

Заданне 2. Прадумаўце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. Які працэс называецца адыябатным? Атрымайце раўнанне адыябатнага працэса (раўнанне Пуасона).
2. Чым адрозніваюцца графікі ізатэрмічнага і адыябатнага працэсаў у каардынатах p, V ?
3. Які тэрмадынамічны параметр застаецца пастаяным пры ізапрацэсе. Ці можна аднесці адыябатны працэс да ізапрацэсаў?
4. Атрымайце выраз для хуткасці гуку ў газе. Раскажыце аб межах яго прымянімасці.
5. Які працэс называецца палітрапічным? Прымяніце першы пачатак тэрмадынамікі і атрымайце раўнанне палітрапічнага працэсу.
6. Чаму роўная работа, якая выконваецца ідэальным газам пры розных працэсах?
7. Чаму роўная колькасць цеплыні, якая атрымліваецца або аддаецца ідэальным газам пры розных працэсах?
8. Чаму роўнае змяненне ўнутранай энергіі ідэальнага газа пры розных працэсах?

Заданне 3. Прадумаіце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

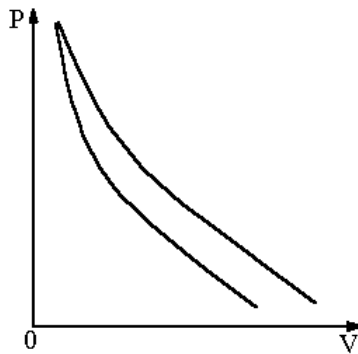
1. У якім выпадку ціск газу будзе большы: пры сцісканні яго на пэўную велічыню ў цеплаізалявальнай абалонке ці пры ізатэрмічным сцісканні на тую ж велічыню?
2. Чаму пры напампоўванні веласіпеднай шыны помпа прыкметна награецца?
3. Цеплае паветра паднімаецца ўверх. Чаму ж у трапасферы больш холодна, чым унізе?
4. З якой мэтай у кампрэсараў вонкавую паверхню цыліндра робяць рабрыстай?
5. Вядома, што вецер не ўплывае на паказанні тэрмометраў. Чаму ж узровень ртуці паніжаецца, калі тэрмометр змясціць у струмень паветра, які выходзіць з камеры валебольнага мяча?
6. Пашырэнне газа адбываецца па крывой 1—2, якая ляжыць паміж адыябатай і ізатэрмай. Як змянялася тэмпература гэтага газа? Ці падвадзілася да яго цеплыня?



7. Чаму тэмпература выхляпных газаў на выхадзе з глушыцеля нізкая, нягледзячы на тое, што ў цыліндры рухавіка яна дасягае 1800°C ?
8. Работа, якая выконваецца газам пры адыябатным расшырэнні, меншая, чым пры роўнавялікім ізатэрмічным расшырэнні. Чым жа

можна растлумачыць, што рухавікі з аддыабатным расшырэннем атрымалі шырокае распаўсюджанне?

9. На малюнку паказаны аддыабаты гелія і вуглякіслага газу. Якая з крывых належыць якому газу.



Тэма 7. Цеплаемістасць

Змест. Цеплаемістасць. Прынцып раўнамернага размеркавання энергіі па ступеням свабоды, межы яго прымянімасці.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2. с. 67—75; Л.3. с. 55—61; Л.4. с. 103—116; Л.6. с. 76—93.

Заданне 2. Прадумаіце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

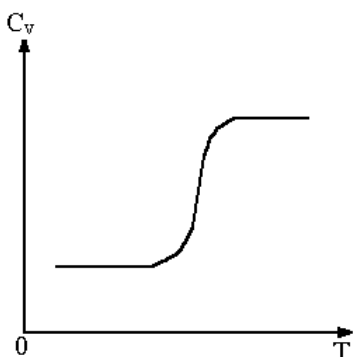
1. Што называецца цеплаемістасцю? Што такое ўдзельная цеплаемістасць? Малярная цеплаемістасць? Якія суадносіны паміж імі?
2. Якія цеплаемістасці газа вам вядомы? Чаму для газу існуе шмат розных цеплаемістасцяў? А як для вадкасцяў і цвёрдых цел?

3. Што называецца ступенямі свабоды сістэмы? Колькі ступеняў свабоды у адна-, дзвюх-, трох- і шмататамных малекул. Якімі бываюць ступені свабоды?
4. Сфармулюйце прынцыпы раўнамернага размеркавання энергіі па ступенях свабоды.
5. Чаму роўныя цеплаемістасці пры пастаянным ціску і пастаянным аб'ёме ў розных газаў?
6. Запішыце раўнанне Майера.
7. Ці можа быць цеплаемістасць ідэальнага газа адмоўнай?
8. Што такое класічная тэорыя цеплаемістасці. Вызначце межы яе прымянімасці.

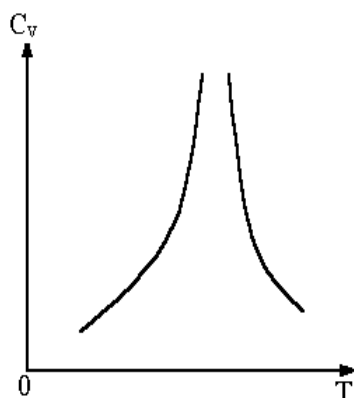
Заданне 3. Прадумаіце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Гарачую вадку вылілі ў алюмініевую конаўку, маса якой роўная масе вады. Ці на аднолькавую колькасць градусаў у выніку астыла вада і нагрэлася конаўка?
2. Чаму медыцынскія грэўкі напаўняюць гарачай вадой, а не гарачым паветрам?
3. Чаму ўдзельная цеплаемістасць газа, які нагрэецца пры пастаянным аб'ёме, адрозніваецца ад цеплаемістасці таго ж газа, які пашыраецца пад поршнем?
4. Чаму клімат астравоў больш умераны і роўны, чым клімат мацерыкоў?
5. Чаму ў пустынях тэмпература ўдзень падымаецца вельмі высока, а ўначы апускаецца ніжэй за нуль?
6. У трубах цэнтральнага ацяплення пераносчыкам цеплыні з'яўляецца вада. Чаму менавіта вада, а не іншае рэчыва?
7. Чаму ўнутраны сасуд каларыметра пры даследаваннях часам напаўняюць не вадой, а газай?

8. Пры тэмпературах блізкіх да пакаевых і некалькі вышэй малярная цеплаемістасць вадароду з добрай ступенню дакладнасці адпавядае класічнай тэорыі цеплаемістасці ідэальных газаў, якая ўлічвае для двухатамных газаў тры паступальныя і дзве вярчальныя ступені свабоды. Аднак для вадарода пры нізкіх тэмпературах цеплаемістасць памяншаецца і пры тэмпературы каля 40 К становіцца такой жа, як і для аднаатамнага газу. Чым тлумачыцца гэта залежнасць? Чаму яна не выяўляецца ў іншых газаў?



9. Пры награванні двухатамных газаў іх цеплаемістасць у вобласці вялікіх тэмператур выяўляе вельмі рэзкі рост з наступным спадом. Падобная залежнасць назіраецца і ў многаатамных газаў. Чым тлумачыцца гэта залежнасць?



Тэма 8. Другі закон тэрмадынамікі

Змест. Абарачальныя і неабарачальныя працэсы. Кругавыя працэсы. Цеплавыя машыны. Цыкл Карно. Тэарэма Карно. Рэальныя цыклы. Другі пачатак тэрмадынамікі. Неажыццявімасць вечных рухавікоў. Статыстычнае тлумачэнне другога пачатка тэрмадынамікі.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2. с.50, 88—99; Л.3. с.89—104, 114—118; Л.4. с.244—247, 254—267, 286—290; Л.5. с.335—344; Л.6. с.109—120.

Заданне 2. Прадумаіце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. Які працэс называецца абарачальным? Неабарачальным? Прывядзіце прыклады такіх працэсаў.
2. Чаму ўсе рэальныя працэсы неабарачальныя?
3. Што называецца кругавым працэсам (цыклам)?
4. Чаму роўная работа, якую выконвае газ за адзін цыкл?
5. Што называецца цеплавой машынай? Якія ўмовы неабходны для працы цеплавой машыны?
6. Што называецца рабочым целам? Якая машына называецца ідэальнай цеплавой машынай?
7. Што называецца ККДз цеплавой машыны?
8. Якую машыну называюць халадзільнай і які прынцып яе дзеяння?
9. Які цыкл называюць цыклам Карно?
10. Атрымайце выраз для ККДз цыкла Карно і прааналізуйце яго.
11. Якія рэальныя цыклы вядомы вам? Што такое цыклы Отта і Дызеля? Атрымайце выразы для ККДз гэтых цыклаў і параўнайце іх з ККДз цыкла Карно.
12. Сфармулюйце і дакажыце першую і другую тэарэмы Карно.

13. У чым сутнасць другога пачатка тэрмадынамікі? Чым ен дапаўняе першы пачатак? Дайце розныя фармуліроўкі гэтага пачатку.
14. Што такое вечны рухавік другога роду? Што вы ведаеце аб магчымасці яго ажыццяўлення.
15. Раскажыце аб статыстычным сэнсе другога пачатка тэрмадынамікі.

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Ці можна лічыць другі пачатак тэрмадынамікі ўсеагульным законам прыроды, калі ўлічыць існаванне электрахаладзільнікаў? У іх жа ўнутраная энергія, якая аддаецца халадзільнай шафай шляхам цеплаперадачы, аказваецца перададзенай у больш цеплую вобласць (пакой).
2. Ці можна павялічыць унутраную энергію гарачага цела за кошт памяншэння унутранай энергіі халоднага цела?
3. Карыстаючыся метадам цыклаў, дакажыце, што перасячэнне дзвюх адыябат забаронена другім пачаткам тэрмадынамікі.
4. Пакажыце, што для любога рэчыва палітропа можа перасячы ізатэрму не больш, чым у адным пункце.
5. Пакажыце, што для любога рэчыва адыябата можа перасячы ізатэрму не больш, чым у адным пункце.
6. Нехта, жадаючы панізіць тэмпературу ў пакоі, адкрыў дзверы халадзільніка. Ці будзе дасягнуты жадаемы эфект?
7. Да якога тыпа рухавікоў неабходна аднесці агнястрэльную зброю?
8. Бензін, які трапляе ў цыліндр рухавіка ўнутранага згарання, поўнасьцю выпараецца не ў час такта ўсмоктвання, а ў час такта сціскання. Растворыце чаму.
9. З чым звязаны максімальна высокі ККДз цыкла Карно: з ідэальнасцю рабочага рэчыва ці з ідэальнасцю працэсаў, якія адбываюцца ў машыне.

10. Што з'яўляецца награвальнікам і што халадзільнікам у ракетным рухавіку? Павялічваецца, памяншаецца ці застаецца нязменным ККДз рухавіка ракеты ў касмічнай прасторы ў параўнанні з ККДз пры працы ў атмасферы Зямлі?
11. Чаму паравыя турбіны маюць большы ККДз, чым паравыя поршневыя машыны той жа магутнасці?
12. Ці можна колькасць цеплыні, якая перадаецца рухавіком унутранага згарання халадзільніку, выкарыстоўваць для цеплафікацыі. Як пры гэтым зменіцца ККДз рухавіка ўнутранага згарання?
13. Чаму ККДз цеплаэлектраэнтэраляў зімой некалькі вышэй, чым летам?
14. У Арктыцы тэмпература паветра зімой дасягае $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, а тэмпература вады пад льдом $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ці можна выкарыстоўваць гэту рознасць тэмператур для энергетычных мэт? Як гэта зрабіць?

Тэма 9. Энтрапія

Змест. Прыведзеная цеплыня. Энтрапія. Закон узрастання энтрапіі ў ізаляванай сістэме. Тэарэма Нернста. Недасяжнасць абсалютнага нуля тэмператур.

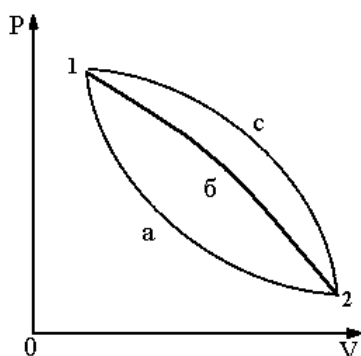
Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.2. с. 114—124, 126—138, 316—321; Л.3. с. 106—111, 118, 119; Л.4. с. 271—275, 280—298, 301; Л.5. с. 331—334; Л.6. с. 127—135, 142—145.

Заданне 2. Прадумайце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

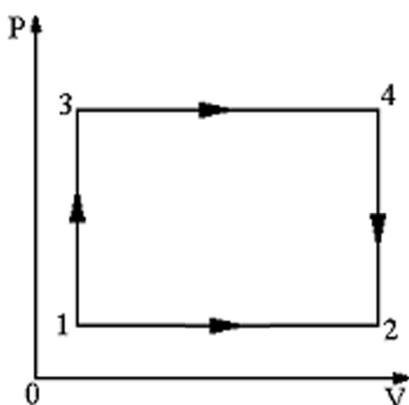
1. Што называецца прыведзенай колькасцю цеплыні? Ад чаго залежыць знак выразу, які вызначае прыведзеную колькасць цеплыні?
2. Пакажыце, што ў выпадку абарачальнага працэсу сума прыведзеных цеплынь не залежыць ад шляха, па якому ішоў працэс.
3. Чаму роўная сума прыведзеных колькасцей цеплыні, якая перадаецца газу пры абарачальным кругавым працэсе?
4. Запішыце няроўнасць Клаўзіуса і растлумачце яе.
5. Што называецца энтрапіяй? Чаму магчыма вызначэнне толькі рознасці энтрапій у двух станах, а не абсалютнага яе значэння?
6. Які фізічны сэнс энтрапіі? Дайце некалькі тлумачэнняў гэтай фізічнай велічыне.
7. Якая сувязь паміж энтрапіяй і імавернасцю стана сістэмы?
8. Як змяняецца энтрапія замкнёнай сістэмы пры абарачальных і неабарачальных працэсах?
9. Сфармулюйце тэарэму Нернста. Якія высновы можна зрабіць з гэтай тэарэмы.
10. Дакажыце, што абсалютны нуль недасягальны.

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. На малюнку паказаны тры шляхі (а,б,с) перахода з стана 1 у стан 2. Пры якім пераходзе сістэма атрымлівае большую колькасць цеплыні? У якім выпадку змяненне энтрапіі будзе большым?

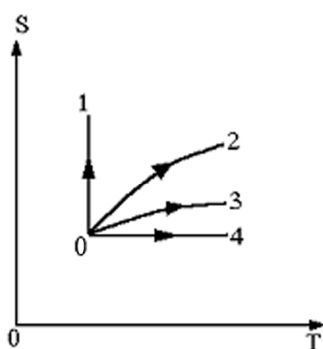


2. Два цела А і В, які нагрэты да розных тэмператур, змешчаны ў адыябатную абалонку і прыведзены ў цеплавы кантакт адно з адным. Тэмпература цел з часам становіцца аднолькавай. Паказаць, што пры гэтым працэсе энтрапія сістэмы цел павялічваецца.
3. Газ з стану 1 пераходзіць у стан 2 у адным выпадку па ізабары 1—2, а ў другім па ізахоры 1-3, ізабары 3 – 4 і, нарэшце, па ізахоры 4—2. Даказаць, што змяненне энтрапіі ў абодвух выпадках аднолькавае.

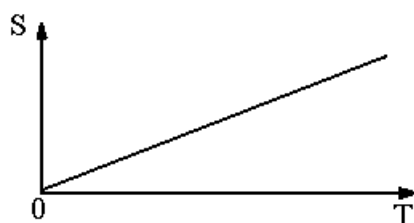


4. Кусок льду пры 0°C расплавіўся і пераўтварыўся ў ваду. Што адбылося з энтрапіяй сістэмы лед-вада пры гэтым? Чаму?
5. Што адбудзецца з энтрапіяй рэчыва, калі пар кандэнсуецца пры тэмпературы кандэнсацыі? Чаму?
6. Паветра знаходзіцца ў адной з палюў цеплаізаляванай ёмістасці (у другой палове — вакуум). Клапан у перагародцы адчыняецца, і паветра адыябатычна распаўсюджваецца, запаўняючы ўвесь аб'ём ёмістасці. Што адбудзецца з энтрапіяй гэтага паветра? Чаму?
7. Кісларод і азот знаходзяцца ў дзвюх паловах цеплаізаляванай ёмістасці пры аднолькавых цісках і тэмпературах. Перагародка выдаляецца і газы з часам перамешваюцца. Што адбудзецца з энтрапіяй дадзенай сістэмы? Чаму?

8. Адлюструйце цыкл Карно на дыяграме S, T . Вызначце ў гэтых пераменных ККДЗ абарачальнага цыкла Карно.
9. Эластычны гумавы жгут вельмі павольна расцягнулі. Што адбудзецца з энтрапіяй гэтага цела? Ці будуць змяненні энтрапіі жгута тыя ж самыя пры хуткім яго расцягванні?
- 10.3 пачатковага стану 0 газ пераходзіць у іншыя станы 1, 2, 3, 4 па розных ізапрацэсах. Які графік залежнасці энтрапіі ад тэмпературы якому працэсу адпавядае?



11. Якім значэннем энтрапіі характарызуецца тэрмадынамічная сістэма у стане раўнавагі?
12. Энтрапія працэса лінейна ўзрастае з тэмпературай. Як павінна залежыць ад тэмпературы цеплаемістасць гэтага працэса?



Тэма 10. Рэальныя газы

Змест. Адступленне рэальных газаў ад законаў для ідэальных газаў. Узаемадзеянне малекул. Раўнанне Ван-дэр-Ваальса і яго аналіз. Крытычны стан. Эксперыментальныя ізатэрмы рэальнага газу.

Супастаўленне ізатэрм Ван-дэр-Ваальса з эксперыментальнымі ізатэрмамі.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2. с. 371—379, 383—399; Л.3. с. 120—133; Л.4. с. 208—238; Л.5. с. 286—289, 381—387; Л.6. с. 199—210.

Заданне 2. Прадумаіце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. Чым адрозніваюцца рэальныя газы ад ідэальных? Пры якіх умовах гэта праяўляецца?
2. Чым з'яўляюцца сілы паміжмалекулярнага ўзаемадзеяння і калі яны прыкметна праяўляюцца?
3. Запішыце раўнанне Ван-дэр-Ваальса і супастаўце яго з раўнаннем Мендзялеева-Клапейрона.
4. Які фізічны сэнс паправак Ван-дэр-Ваальса да раўнання Мендзялева-Клапейрона? У якіх выпадках праяўляецца тая ці іншая папраўка?
5. Што такое ізатэрмы Ван-дэр-Ваальса? Як яны будуцца і які выгляд маюць пры розных тэмпературах?
6. Што такое крытычная ізатэрма? Чым яна адрозніваецца ад іншых ізатэрм Ван-дэр-Ваальса?
7. Які стан рэчыва называецца крытычным?
8. Атрымайце сувязь паміж пастаяннымі Ван-дэр-Ваальса і крытычнымі параматрамі рэчыва.
9. Чаму пры крытычных тэмпературах адбываецца пераход рэчыва з газападобнага стану ў вадкі?
10. Запішыце раўнанне Ван-дэр-Ваальса ў прыведзеных параметрах і дайце аналіз велічынь, якія ў яго ўваходзяць.

11. Які выгляд маюць ізатэрмы рэальных газаў, якія атрыманы эксперыментальна? Якому стану рэчыва адпавядаюць асобныя ўчасткі эксперыментальных ізатэрм?
12. Якія станы, адпавядаючыя некаторым участкам ізатэрм Ван-дэр-Ваальса, можна ажыццявіць пры пэўных эксперыментальных умовах? Як называюцца гэтыя станы?
13. Намалуйце дыяграму двухфазнага стана рэчыва і ахарактарызуйце станы рэчыва, якія адпавядаюць розным пунктам гэтай дыяграмы.

Заданне 3. Прадумаўце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Якія дапушчэнні, пакладзеныя ў аснову тэорыі ідэальнага газу, несправядлівыя ў выпадку неідэальных рэальных газаў?
2. Вядома, што раўнанне Ван-дэр-Ваальса з'яўляецца адным з прыбліжаных раўнанняў, якое апісвае паводзіны неідэальных газаў. Аднак існуе шмат іншых раўнанняў, якія таксама выкарыстоўваюцца пры вывучэнні неідэальных газаў. Чым тлумачыцца тое, што не існуе ўніверсальнага раўнання стану рэальных газаў?
3. Для двух розных газаў, якія ўзятыя ў роўных колькасцях і якія маюць аднолькавую тэмпературу, разлічылі ціск па раўнанню Ван-дэр-Ваальса. Вынік параўналі з ціскам ідэальнага газу з такімі ж самымі параметрамі. Аказалася, што ціск аднаго газу большы за ціск ідэальнага газу, другога — меншы. Чым растлумачыць атрыманае адрозненне ў цісках?
4. Пры выпарэнні вадкасці цеплыня, якая падводзіцца, ідзе часткова на работу пераадолення сіл шчавлення паміж малекуламі (унутраная цеплыня параўтварэння) і на работу супраць сіл, якія абумоўліваюцца знешнім ціскам (вонкавая цеплыня параўтварэння). Як па графіку, які адлюстроўвае

экспериментальную ізатэрму рэальнага газа, вызначыць вонкавую цеплыню параўтварэння?

5. Есць тры непразрыстыя цыліндры, якія зачынены рухомымі поршнімі. Вядома, што ў адным цыліндры знаходзіцца газ пры тэмпературы вышэй крытычнай, у другім — ненасычаная, а ў трэцім — насычаная пара. Як вызначыць, што знаходзіцца ў кожным з цыліндраў?
6. Не звяртаючыся за дапамогай да табліц, скажыце: вышэй ці ніжэй за пакаевую крытычная тэмпература вады.
7. Пры крытычнай тэмпературы ўдзельная цеплыня параўтварэння ўсякай вадкасці роўная нулю. Чаму?
8. Пры крытычнай тэмпературы каэфіцыент паверхневага нацяжэння вадкасці роўны нулю. Чаму?

Тэма 11. Эфект Джоўля-Томсона. Звадкаванне газаў

Змест. Унутраная энергія рэальных газаў. Эфект Джоўля-Томсона. Звадкаванне газаў. Атрыманне нізкіх тэмператур.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.2. с. 399—413; Л.3. с. 135—143; Л.4. с. 211—217, 367—398; Л.6. с. 210—222.

Заданне 2. Прадумайце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. Атрымайце выраз для вызначэння ўнутранай энергіі рэальных газаў і параўнайце яго з падобным выразам для ідэальных газаў.
2. Пакажыце, што тэмпература рэальнага газу, які пашыраецца ў вакуум, будзе змяняцца.

3. Што такое эффект Джоўля-Томсана. Якім ён бывае?
4. Атрымайце выраз для вызначэння велічыні змянення тэмпературы ў эфекце Джоўля-Томсана і дайце яму графічнае адлюстраванне.
5. Што такое тэмпература інверсіі?
6. Якія ўмовы неабходныя для звадкавання газаў?
7. У чым сутнасць метаду звадкавання газаў Ліндэ? Якія недахопы мае гэты метад? Раскажыце аб звадкаванні газаў па метаду Клода.
8. Якое ўдасканаленне ў метад Клода прапанаваў П.Л. Капіца. Раскажыце аб звадкаванні газаў на ўстаноўцы з турбадэтандэрам.
9. Раскажыце аб метадах памяншэння тэмператур рэчыва.
10. Раскажыце аб метадах атрымання звышнізкіх тэмператур.

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. З формулы ўнутранай энергіі рэальнага газу вынікае, што пры пашырэнні газа ў пустату ён ахалоджваецца. Аднак з доследаў Джоўля і Томсана вядома, што пры такім пашырэнні некаторыя газы награюцца. У чым тут справа?
2. Чым тлумачыцца, што ў працэсе драселіравання пры пакаевай тэмпературы вадарод награецца, а кісларод ахалоджваецца?
3. Які ў доследе Джоўля-Томсана знак змянення ўнутранай энергіі газа? Энтрапіі?
4. Газ знаходзіцца ў становішчы, у якім папраўка b ў раўнанні Ван-дэр-Ваальса грае больш вялікую роль, чым папраўка a . Што будзе адбывацца пры драселіраванні такога газу?
5. Газ знаходзіцца ў стане, калі папраўка a раўнання Ван-дэр-Ваальса іграе большую роль, чым папраўка b . Што будзе з газам пры яго пашырэнні ў пустату?

6. Пры выпарэнні вадкага паветра спачатку выпараецца азот, а праз нейкі час пасля пачатку выпарэння ў сасудзе застаецца амаль што чысты кіслард. Чым гэта тлумачыцца?
7. Газ пераўтвараецца ў вадкасць, калі яго сціснуть і панізіць тэмпературу. Чаму ж пры пашырэнні газу ў пустату ён можа таксама пераўтварыцца ў вадкасць?
8. Якія ўмовы неабходна выконваць пры захаванні вадкіх газаў (азота, кісларода і інш) у сасудах Дз'юара?
9. Чаму праблема атрымання нізкіх тэмператур звязана с задачай звадкавання газаў?
10. Ці можна ў кіпячым пры нармальным ціску вадкім кіслародзе астудзіць да крытычнай тэмпературы азот? Вадарод? Гелій?

Тэма 12. Вадкасці і растворы

Змест. Уласцівасці вадкага стану. Паверхневы слой. Паверхневае нацяжэнне. Змочванне. Формула Лапласа. Капілярныя з'явы. Ціск насычанай пары над меніскам. Растворы. Асматычны ціск. Закон Вант-Гофа.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2. с. 414—429, 485—495, 467—470; Л.3. с. 144—163; Л.4. с. 307—343, 351—368; Л.5. с. 366—377; Л.6. с. 226—246, 291, 292, 318—322.

Заданне 2. Прадумайце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

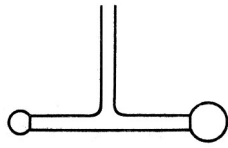
1. Якія асаблівасці вадкага стану рэчыва?
2. Што з'яўляецца галоўным у фарміраванні ўласцівасцяў вадкага стану рэчыва?

3. Ад чаго залежыць вязкасць вадкасці? Што адбываецца з вязкасцю з ростам тэмпературы? Чаму?
4. Раскажыце аб узаемадзеянні малекул вадкасці ўнутры і на яе паверхні?
5. Што называецца малекулярным ціскам?
6. Што азначае выраз — "Вадкасці валодаюць паверхневым нацяжэннем"?
7. Што называецца каэфіцыентам паверхневага нацяжэння? Ад чаго ен залежыць?
8. Што ўяўляе сабой свабодная энергія паверхневага пласта вадкасці?
9. Калі вадкасць змочвае цвёрдае цела? Калі не змочвае?
10. Які вугал называецца краявым? Што можа характарызаваць гэты вугал?
11. Атрымайце формулу Лапласа? Што вызначаецца па гэтай формуле?
12. Што называецца меніскам? Што называецца капілярам?
13. Выведзіце формулу, па якой вызначаецца вышыня пад'ёма (або апускання) вадкасці ў капілярных трубках.
14. Раскажыце аб залежнасці ціска насычаных пароў ад формы паверхні вадкасці.
15. Што называецца растворам? Што такое цеплыня растварэння?
16. Што такое осмас? Што называецца асматычным ціскам? Як ен вызначаецца эксперыментальна?
17. Сфармуліруйце закон Вант-Гофа. У чым прычына падабенства раўнання Вант-Гофа з раўнаннем стана ідэальных газаў?

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Малекулярны ціск вады роўны $1,1 \cdot 10^9$ Па. Чаму, знаходзячыся пад вадой, мы не адчуваем гэтага велізарнага ціска?

2. Некаторыя насякомыя могуць свабодна бегаць па паверхні вады, як па цвердай паверхні. Чаму?
3. Каэфіцыент паверхневага нацяжэння мыльнай вады амаль у два разы меншы, чым у чыстай вады. Чаму ж з мыльнай вады можна атрымаць трывалыя бурбалкі і пленкі, а з чыстай вады нельга?
4. Чаму роўна паверхневае нацяжэнне вадкасці пры крытычнай тэмпературы? Чаму?
5. Вада лягчэй за пясок. Чаму ж вецер у пустыні падымае хмары пяску, тыды як на моры у час шторму пырскаў бывае значна менш?
6. Чаму дзве кроплі ртуці, якія прыводзяцца ў судакрананне, зліваюцца ў адну?
7. Калі выліць на паверхню мора, якое разбушавалася, некаторую колькасць нафты, то можна ў гэтым месце супакоіць на некаторы час вадзяную стыхію. Чаму?
8. Якая (прыблізна) таўшчыня паверхневага слоя вадкасці?
9. Вострыя бакі шкляной трубка звычайна награюць у полымі. Раствлумачце, навошта гэта робяць.
10. Дзве пласцінкі (напрыклад, шкляныя), якія змочаны вадой і складзены разам, цяжка раздзяліць, пакуль яны знаходзяцца ў паветры. Аднак яны раздзяляюцца без усякіх намаганняў, калі іх апусціць у ваду. Чаму так адбываецца?
11. Шклянка часткова напоўнена вадой. Што адбудзецца з вадой у стане бязважкасці? Як зменніцца вынік, калі замест вады будзе ртуць?
12. З крана падаюць кроплі. Калі гэтыя кроплі больш цяжкія: калі вада гарачая або калі халодная.
13. На двух канцах трубка выдзьмуханы мыльныя бурбалкі розных дыяметраў. Ці будуць дыяметры бурбалак заставацца нязменнымі?



14. За кошт якой энергіі падымаецца вадкасць у капіляры?
15. Слупок вадкасці, які змяшчаецца ў канічную трубку, не знаходзіцца ў спакоі. Растлумачце з'яву. У якім накірунку будзе рухацца слупок вадкасці ў выпадку змочвання і нязмочвання сценак трубки?
16. Калі канцы папяровай палоскі S-падобнай формы пацерці мылам і палажыць палоску на вадку, то яна пачынае вярцецца. Чаму?
17. Калі палажыць кавалак крэйды на мокрую губку, то ён намокне, але сухая губка, якая кладзецца на мокрую крэйду, застаецца сухой. Чаму так адбываецца?
18. Чаму сценкі шклянкі не разбураюцца пад уплывам асматычнага ціску?
19. Жывельны пузыр, які напоўнілі спіртамі, пры апусканні ў вадку павялічвае свае памеры, а калі напоўніць вадой, то пры апусканні ў спірт памяншаецца ў памерах. Растлумачце гэтыя з'явы.

Тэма 13. Фазавыя пераходы

Змест. Фазавыя пераходы I роду. Раўнавага вадкасці і пары, уласцівасці насычанай пары. Вільготнасць паветра. Плаўленне і крышталізацыя. Сублімацыя. Паняцце аб фазавых пераходах II роду.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2. с. 443—453, 476—480; Л.3. с. 133—135, 188—

192; Л.4. с. 344—351, 436—440, 444—448; Л.5. с. 378—389; Л.6. с. 284—291, 298—301, 306—310.

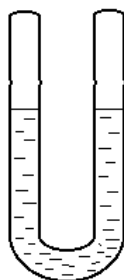
Заданне 2. Прадумаіце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. Што называецца фазай сістэмы? Прывядзіце прыклады адна-, двух-, трохфазнага раўнаважнага стана?
2. Колькі фаз адначасова можа знаходзіцца ў раўнавазе? Ад чаго гэта залежыць?
3. Што называецца параўтварэннем? Пры якіх працэсах адбываецца параўтварэнне?
4. Якая пара называецца насычанай? Якімі ўласцівасцямі валодае насычаная пара?
5. Што называецца цеплыней параўтварэння (кандэнсацыі) і ўдзельнай цеплыней параўтварэння (кандэнсацыі)?
6. Які пераход называецца фазавым пераходам I роду. Прывядзіце прыклады такіх пераходаў.
7. Якія існуюць прычыны вільготнасці паветра? Якія характарыстыкі вільготнасці вам вядомы?
8. Што такое пункт расы? Што можна вызначыць, ведаючы пункт расы?
9. З дапамогай якіх прыбораў вызначаецца вільготнасць паветра?
10. Начарціце графікі плаўлення і крышталізацыі цвёрдага цела. Параўнайце яго з графікам тэмпературных змяненняў у аморфным цэле.
11. Што называецца цеплыней плаўлення, удзельнай цеплыней плаўлення?
12. На падставе II пачатка тэрмадынамікі атрымайце раўнанне Клапейрона-Клаўзіўса і растлумачце яго.

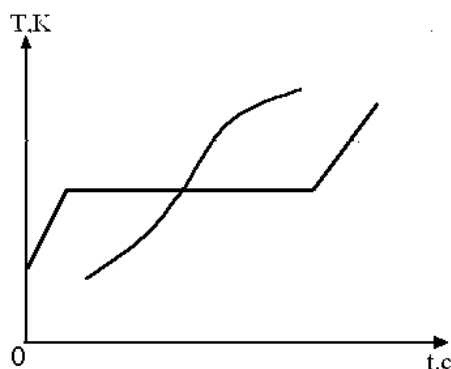
13. Раскажыце аб асаблівасцях фазавых пераўтварэнняў вады і ролі іх ў прыродзе.
14. Што называецца дыяграмай раўнавагі фаз рэчыва?
15. Што называецца трайным пунктам? Колькі трайных пунктаў можа быць на дыяграме?
16. Дайце вызначэнне адзінцы вымярэння тэмпературы — Кельвіну.
17. Што называецца фазавымі пераходамі II роду? Прывядзіце прыклады фазавых пераходаў II роду.

Заданне 3. Прадумаіце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Толькі што спечаны хлеб важыць больш, чым той жа хлеб, які астыў. Чаму?
2. Чаму вада ў шклянцы захоўваецца доўга, а разлітая па падлозе хутка выпараецца?
3. Чым растлумачыць, што вада, якая знаходзіцца ў слабаабпаленым гліняным сасудзе з дробнымі парамі, мае тэмпературу ніжэй, чым тэмпература навакольнага асяроддзя?
4. Якое значэнне для арганізма мае выдзяленне пота?
5. Чым запаўняецца прастора, якая называецца "тарычэлівай пустатой"? Як гэта ўплывае на паказанне барометраў?
6. Параўнайце паводзіны малекул у ідэальным газе і ў насычанай пары пры сцісканні.
7. Як даведацца, паветра ці толькі насычаная пара знаходзяцца над вадой у трубцы?



8. Чаму кіпячая вада не падымаецца за поршнем усмоктваючай помпы?
9. Ці можна прымусіць кіпець ваду без награвання?
10. Што лягчэй (пры роўных іншых умовах): 1 м^3 сухога паветра ці 1 м^3 вільготнага паветра?
11. Як змяняюцца абсалютная і адносная вільготнасць паветра ў зачыненай пасудзіне пры награванні?
12. Абодва тэрмометры псіхрометра — сухі і вільготны — паказваюць адну і тую ж тэмпературу? Аб якім становішчы паветра гавораць паказанні прыбораў? Чаму?
13. Чаму ў халодных памяшканнях часта бывае сыра?
14. Чаму ў ясны летні дзень, калі нагрэтае паветра падымаецца ўверх, часам з'яўляюцца воблакі?
15. За самалетам, які ляціць на вялікай вышыні, часам ствараецца воблачны след? Чаму?
16. Што валодае большай унутранай энергіяй: вада пры $T = 373 \text{ К}$ ці такая ж маса вадзяной пары пры той жа тэмпературы?
17. Адну з бутэлек з вадой палажылі на лёд пры тэмпературы $0 \text{ }^\circ\text{C}$, другую апусцілі ў ваду пры тэмпературы $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Ці замерзне вада ў якой-небудзь з бутэлек?
18. Крышталізацыя рэчыва адбываецца з цеплааддачай, хаця тэмпература зацвярдзяваючага рэчыва пры гэтым не змяняецца. За кошт якіх відаў энергіі адбываецца гэта цеплааддача?
19. На малюнку паказаны графікі змянення з часам тэмпературы волава і шкла пры награванні. Які з графікаў адносіцца да волава, які да шкла.



Тэма 14. Аморфныя і крышталічныя целы

Змест. Аморфныя і крышталічныя целы. Анізатрапія крышталёў. Класіфікацыя крышталёў па тыпу сувязей. Дэфекты ў крышталях. Вадкія крышталі. Цеплавая ўласцівасці крышталёў. Цеплавое расшырэнне. Цеплаемістасць крышталёў. Закон Дзюлонга і Пці. Цяжкасці класічнай фізікі ў тлумачэнні тэмпературнай залежнасці цеплаемістасці цвёрдых цел.

Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2. с. 224—232, 514—541; Л.3. с. 164—174, 176—185; Л.4. с. 399—422, 432—438, 459—473; Л.5. с. 355—365, 387—389; Л.6. с. 247—280, 298—301, 306—313.

Заданне 2. Прадумаіце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

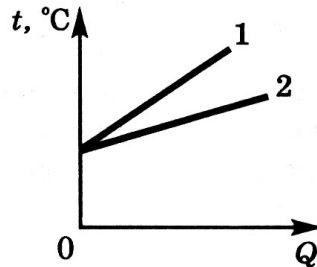
1. Якія целы называюцца аморфнымі? Крышталічнымі?
2. Што такое крышталічная рашотка? Якім чынам можна пабудаваць прасторавую рашотку?
3. Што такое элементарная рашотка Бравэ? Колькі існуе розных рашотак Бравэ?
4. Што назывецца анізатрапіяй? Прывядзіце прыклады праяўлення анізатрапіі.
5. Якія існуюць крышталі па тыпу сувязі? Дайце характарыстыку кожнаму тыпу крышталёў.
6. Якія дэфекты існуюць у крышталях? Які ўплыў на фізічныя ўласцівасці аказваюць дэфекты?
7. Што такое вадкія крышталі? Якія бываюць вадкія крышталі? Раскажыце аб іх практычным выкарыстанні.

8. Якія дэфармацыі назіраюцца ў цвёрдых целах? Як на падставе крышталічнай будовы цвёрдых цел растлумачыць пругкія і пластычныя дэфармацыі?
9. Раскажыце аб цеплавым пашырэнні цвёрдых цел. Якімі велічынямі характырызуецца цеплавое пашырэнне цел?
10. Сфармулюйце закон Дзюлонга і Пці. Атрымайце выраз для вызначэння цеплаемістасці простых і хімічна складаных цвёрдых цел.
11. Раскажыце аб цяжкасцях класічнай тэорыі цеплаемістасці цвёрдых цел і некаторых ідэях квантавай тэорыі цеплаемістасці цвёрдых цел?

Заданне 3. Прадумайце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Пры даследванні рассеяння цвёрдымі целамаі рэнтгенаўскіх промяў, а таксама электронаў або нейтронаў можна атрымаць так званыя дыфракцыйныя карціны. Апрацоўваючы гэтыя карціны, можна атрымаць дадзеныя аб узаемным размяшчэнні часцінак у цвёрдых целах. У выпадку крышталічных цел дыфракцыйная карціна ўяўляе сабой шэраг рэзкіх максімумаў і мінімумаў. У выпадку аморфных цел карціна назіраецца, але максімумаў і мінімумаў усяго 2—3. Якія вынікі можна зрабіць з дадзеных даследванняў?
2. Якая розніца ў будове крупінкі цукровага пяску і кавалка цукра-рафінада?
3. Як даказаць, што свінец крышталічнае, а не аморфнае цела?
4. Ці заўсёды тэмпература плаўлення рэчыва супадае з тэмпературай крышталізацыі?
5. Чаму шар, які вытачаны з монакрышталя, пры награванні траціць сваю форму?

6. На графіку показаны залежнасці тэмпературы двух цел ад колькасці цеплыні, якая надаецца ім. У якога з цел цеплаёмістасць большая? Адказ абгрунтуйце.



7. Чаму цагляная дымавая труба стварае ў топцы паравога катла большую цягу, чым жалезная труба тых жа памераў?
8. Чаму алмаз мае большую трываласць, чым графіт?
9. Як уплывае на трываласць матэрыяла ступень яго чысціні?
10. Як зменіцца ўнутраны дыяметр адтуліны металічнай дэталі пры награванні?
11. Чаму кавалак шкла пры хуткім награванні або ахалоджванні трэскаецца, а кавалак плаўленага кварца можа нагрэць да стану чырвонага гартавання і апусціць потым у халодную ваду без усякай шкоды для яго?
12. Чаму дакладныя лякалы робяць не са звычайнай, а з жалеза-нікелевай сталі — інвара?
13. Чаму пры награванні або ахалоджванні жалезабетонных канструкцый жалеза ў іх не аддзяляецца ад бетона?

Тэма 15. Дыяграмы стану рэчыва

Змест. Раўнанне Клапейрона-Клаўзіуса. Дыяграма раўнавагі цвёрдай, вадкай і газападобнай фаз. Траіны пункт. Асаблівасці фазавых пераўтварэнняў вады, іх роля ў прыродзе.

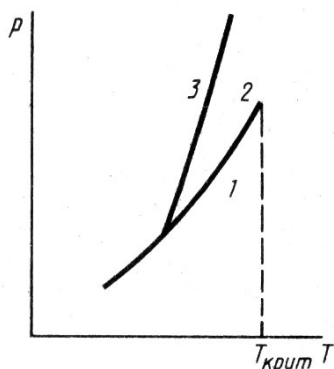
Заданне 1. Вывучыць матэрыял па канспектах лекцый і па наступных дапаможніках: Л.1; Л.2. с. 449—453, 461—464; Л.3. с. 186—188, 192—194; Л.4. с. 440—445; Л.5. с. 389—394; Л.6. с. 293—295, 301—306.

Заданне 2. Прадумаіце адказы на наступныя пытанні па зместу тэмы:

1. На падставе II пачатка тэрмадынамікі атрымайце раўнанне Клапейрона-Клаўзіуса і растлумачце яго.
2. Раскажыце аб асаблівасцях фазавых пераўтварэнняў вады і іх ролі ў прыродзе.
3. Што называецца дыяграмай раўнавагі фаз рэчыва?
4. Што называецца трайным пунктам? Колькі трайных пунктаў можа быць на дыяграме?
5. Дайце вызначэнне адзінцы вымярэння тэмпературы — Кельвіну.

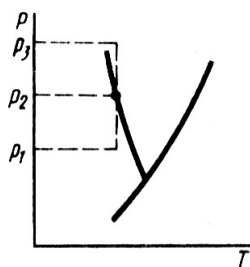
Заданне 3. Прадумаіце адказы на наступныя дадатковыя пытанні:

1. Якая асаблівасць назіраецца на дыяграмах раўнавагі фаз вады, чыгуна і некаторых іншых рэчываў? З чым гэта звязана?
2. Гавораць, што леднікі спаўзаюць з гор. Як гэта магчыма?
3. Чаму змярзаюцца два кавалкі лёду, калі іх моцна сціснуць?
4. Фазавая дыяграма ўяўляе сабой сувязь паміж тэмпературай і ціскам мяжы, якая раздзяляе дзве розныя фазы. Якім фазам адпавядаюць вобласці 1, 2, і 3?



5. Чаму са снегу можна зляпіць камяк (снежку)?

6. Чаму цяжка зляпіць снежку пры моцных марозах?
7. Пад уплывам ціску ног пешаходаў снег на тратуарах ушчыльняецца ў лёд. Як гэта адбываецца?
8. Чаму для мастацкага ліцця звычайна выкарыстоўваюць бронзу, чыгун, а не больш мяккую медзь ці больш трывалую сталь?
9. Чаму вада ў вадаёмах пачынае замярзаць з паверхні?
10. Фазавая дыяграма вады прадстаўлена на рысунку.
Выкарыстоўваючы гэтую схему, растлумачыць залежнасць тэмпературы плаўлення лёду ад знешняга ціску.



Літаратура:

1. Школьныя падручнікі па фізіцы.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М., 1975.
3. Цэдрык М.С. Курс агульнай фізікі. Цеплыня і малекулярная фізіка. Мінск, 1994.
4. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. М., 1976.
5. Савельев И.В. Курс общей физики., Т.1. М., 1977.
6. Телеснин Р.В. Молекулярная физика. М., 1973.