



§ 3.

Цеплаправоднасць

У папярэднім параграфі мы дамовіліся гаварыць аб колькасці цеплаты толькі ў тым выпадку, калі ўнутраная энергія цела змяняецца без выканання работы, г. зн. шляхам цеплаабмену. Якія віды цеплаабмену існуюць у прыродзе?

Усім нам вядома, што цеплата можа «падарожнічаць» з аднаго месца на другое. Пры размешванні вугалёў металічным стрыжнем (мал. 14) нагрываецца і той яго канец, які не знаходзіцца ў полымі. Верхняя частка лыжкі, апушчанай у гарачы чай, нагрываецца, хоць



Мал. 14

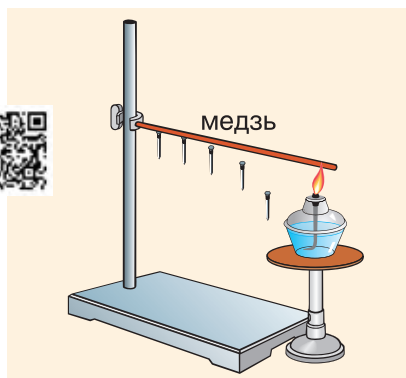
непасрэдна ў чаі не знаходзіцца. У абодвух выпадках адбываецца перанос энергіі ад больш нагрэтых частак цела да менш нагрэтых. Прыведзіце самастойна прыклады падобнага пераносу.

Як адбываецца перанос энергіі?

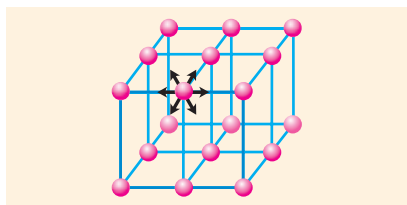
Правядзём дослед. Да меднага стрыжня пластылінам прымацуем некалькі аднолькавых цвікоў (можна палачак) (мал. 15). Свабодны канец стрыжня будзем нагрываць у полымі спіртоўкі. Мы заўважым, што спачатку адпадуць цвікі, якія знаходзяцца бліжэй да полымя. Затым па чарзе ўсе астатнія. Чаму так адбываецца?

У цвёрдым целе (метале) часціцы ўзаемадзейнічаюць: прыцягваюцца або адштурхваюцца. Пры гэтым яны выконваюць вагальныя рухі (мал. 16). У полымі спіртоўкі тэмпература свабоднага канца меднага стрыжня павышаецца. А гэта значыць, павялічваецца сярэдняя кінетычная энергія вагальнага руху яго часціц. Паколькі часціцы ўзаемадзейнічаюць, то ўзмацняюцца ваганні і суседніх часціц, а ад іх — наступных і гэтак далей па ўсім стрыжні. Заўважым, што ў гэтым відзе цеплаабмену *перанос самога рэчыва не адбываецца*.

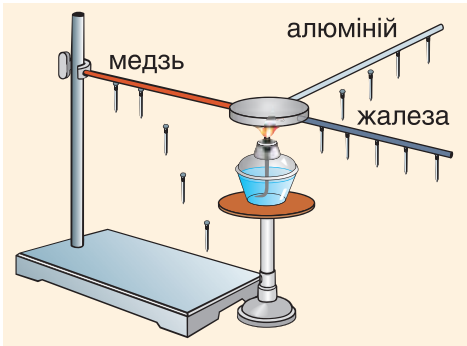
Працэс пераносу цеплаты (энергіі) ад больш нагрэтых цел або частак цела да больш халодных у выніку цеплавога руху і ўзаемадзеяння часціц называецца **цеплаправоднасцю**.



Мал. 15



Мал. 16



Мал. 17



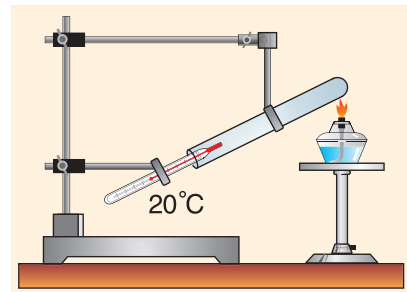
Мал. 18

Перанос энергіі адбываецца да таго часу, пакуль тэмпература не стане аднолькавай па ўсім целе.

У розных рэчываў цеплаправоднасць неаднолькавая (мал. 17). Цеплаправоднасць медзі большая, чым цеплаправоднасць алюмінію і жалеза. Малыя цеплаправоднасць маюць пластыка, драўніна, шкло. Менавіта таму драўляныя дамы добра захоўваюць цеплату. Ручкі каструль, паяльнікаў часцей за ўсё робяць з пластыка, дрэва (мал. 18). Пластыка, дрэва і іншыя матэрыялы, якія слаба праводзяць цеплату, называюцца *целлаізалятарамі*.

А ці могуць праводзіць цеплату газы? Правядзем дослед: змесцім у адкрыты канец прабірки тэрмометр (мал. 19) і будзем награваль прабірку з процілеглага боку. Награванне паветра ідзе вельмі павольна, што пацвярджаецца малым павышэннем тэмпературы. Чым тлумачыцца слабая цеплаправоднасць газаў? Успомніце, што сілы ўзаемадзеяння малекул газаў пры нармальным ціску практычна роўны нулю. Значыць, энергія пераносіцца толькі за кошт хаатычнага руху малекул і сутыкненняў паміж імі. Цеплаправоднасць паветра амаль у 10 000 разоў меншая за цеплаправоднасць медзі. Цяпер вы можаце растлумачыць, чаму для ўцяплення дамоў, пабудовы для жывёлы выкарыстоўваюць порыстыя рэчывы, якія змяшчаюць паветра: пенапласт, лямец.

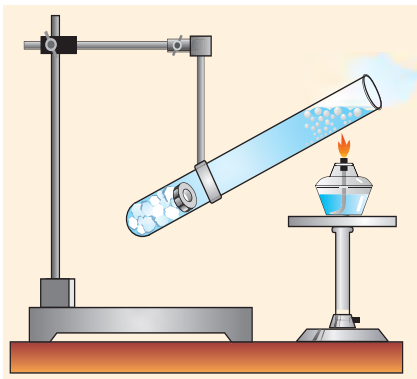
Вата, шэрсць, пух, футра і іншыя падобныя матэрыялы ўтрымліваюць паміж валокнамі паветра і таму з'яўляюцца добрай аховай ад халаду для чалавека, жывёл і птушак (мал. 20).



Мал. 19



Мал. 20



Мал. 21

А якая цеплаправоднасць вадкасцей? Возьмем прабірку з кавалачкамі лёду і вадой. Будзем яе награвать (мал. 21). Калі вада ў верхняй частцы прабіркі закіпіць, у ніжняй — яшчэ будзе лёд. Гэта сведчыць аб малой цеплаправоднасці вады, хоць яна большая, чым цеплаправоднасць паветра. Сапраўды, цеплаправоднасць вады прыкладна ў 25 разоў вышэйшая, чым цеплаправоднасць паветра, але прыблізна ў 330 разоў меншая за цеплаправоднасць медзі. Металы ў вадкім стане (ртуть, волава і інш.) маюць вялікую цеплаправоднасць.

Галоўныя вывады

1. Цеплаправоднасць абумоўлена хаатычным рухам і ўзаемадзеяннем часціц.
2. Пры цеплаправоднасці не адбываецца перанос рэчыва.
3. Перанос энергіі ідзе ад больш нагрэтых цел або частак цела да менш нагрэтых. Працэс доўжыцца да таго моманту, пакуль тэмпература не стане аднолькавай па ўсім целе.

Кантрольныя пытанні

1. Што называецца цеплаправоднасцю?
2. Чым адрозніваюцца механізмы пераносу цеплаты шляхам цеплаправоднасці ў цвёрдых целах і газах?
3. Ці будзе змяняцца цеплаправоднасць паветра пры яго расшырэнні? Сцісканні? Чаму?
4. Колькі доўжыцца працэс пераносу цеплаты (энергіі) пры кантакце двух цел, якія маюць розныя пачатковыя тэмпературы?
5. Ці магчыма цеплаправоднасць у моцна разрэджаных газах?

Дамашняе заданне

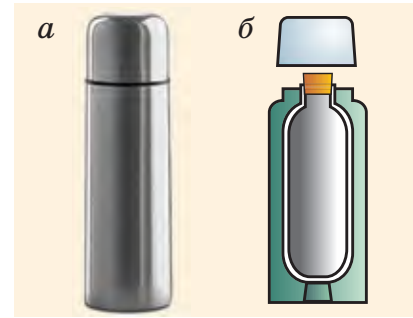
Вазьміце дзве аднолькавыя па масе спіцы: пластмасавую і металічную. Апусціце іх адным канцом у шклянку з гарачай вадой. Праз мінуту дакраніцеся да свабодных канцоў спіц. Растлумачце вынік доследу.

Практыкаванне 3

1. Чаму посуд для прыгатавання ежы (мал. 22) вырабляюць з матэрыялаў, якія добра праводзяць цеплату (сталі, чыгуну)?



Мал. 22



Мал. 23


2. Сёння ў нашых дамах ставяць вокны з двухкамернымі шклопакетамі, а ў Якуціі — з трохі нават пяцікамернымі. Чаму?

3. Прааналізуйце выраз: «Шуба грэе чалавека». Хто каго грэе?

4. Чаму пры вымярэнні тэмпературы цела тэрмометр трэба трымаць у кантакце з целам не менш за 5—7 мін?

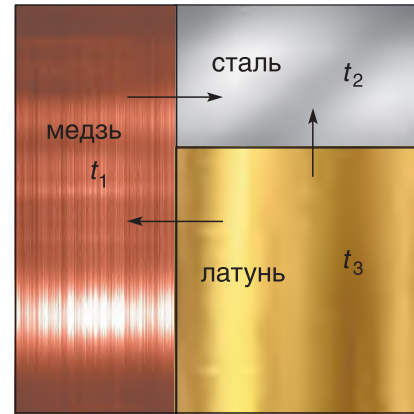
5. Чаму сталёныя нажніцы навоабмацак здаюцца больш халоднымі, чым драўляны аловак, які знаходзіцца ў тым жа пакоі? Ці аднолькавая іх тэмпература?

6. Шчыльнасць аднаго кавалка пенапласту $\rho_1 = 20 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а другога — $\rho_2 = 50 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Ці аднолькавая цеплаправоднасць кавалкаў пенапласту?

 7. Чаму ў тэрмасе (мал. 23, а) доўга застаюцца гарачымі чай, кава? Навошта адпампоўваюць паветра з прасторы паміж двайнымі сценкамі тэрмаса (мал. 23, б)?

8. Латунны, медны і сталёны брускі з рознымі пачатковымі тэмпературамі прывялі ў судакрананне. На малюнку 24 стрэлкамі паказаны напрамак цеплаперадачы паміж імі. Параўнайце пачатковыя тэмпературы брускоў.

9. Зімой курапаткі, ратуючыся ад маразоў, закопваюцца ў снег (мал. 25). Чаму снег засцерагае курапатак ад замярзання?



Мал. 24

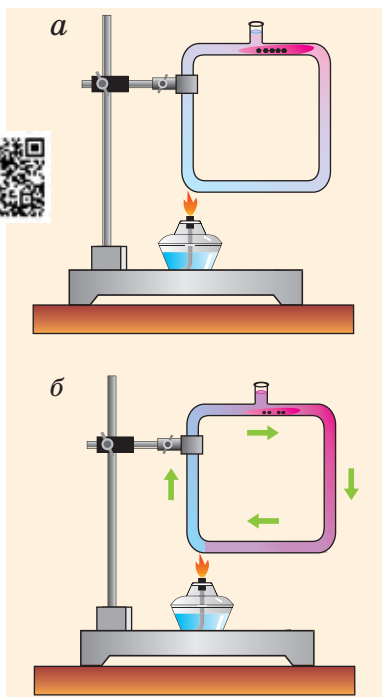


Мал. 25



§ 4.

Канвекцыя



Мал. 26



Мал. 27



Мал. 28

Звярніце ўвагу на месца награвальнага элемента ў электрачайніку. Ён размешчаны ўнізе, каля дна. Тым не менш вада награвецца па ўсім аб'ёме. Як гэта адбываецца? Дзякуючы чаму награвецца паветра ва ўсім пакоі, калі ацяпляльныя батарэі стаяць унізе каля падлогі? Гэта адбываецца за кошт канвекцыі — аднаго з відаў цеплаабмену. Што ж такое канвекцыя?

Звернемся да доследу. У трубку з халоднай вадой апусцім некалькі крышталікаў марганцоўкі. Будзем награвець трубку знізу (мал. 26). Мы ўбачым, як нагрэтыя ніжнія пласты вады паднімаюцца ўверх. Верхнія пласты, як больш халодныя, а значыць, больш шчыльныя, апускаюцца ўніз, награвяюцца і накіроўваюцца ўверх. Праз некаторы час вада нагрэецца па ўсім аб'ёме трубки. Так ідзе перанос цеплаты (энергіі) у вадкасцях.

Назіраць перанос цеплаты (энергіі) у газах, напрыклад у паветры, можна, правёўшы такі дослед. Запалім свечку. Нагрэтае над полымем свечкі паветра перамяшчаецца ўверх (мал. 27). Паставіўшы на яго шляху пластмасавую пласцінку, можна змяніць напрамак патоку. Гэта бачна на экране.

Аб'ём вадкасцей і газаў пры нагрыванні павялічваецца, а шчыльнасць памяншаецца. Пласты становяцца лягчэйшымі, паднімаюцца ўверх, пераносячы з сабой энергію, што прыводзіць да выраўноўвання тэмпературы па ўсім аб'ёме вадкасці або газу.

Перанос энергіі ў вадкасцях і газах патокамі рэчыва называецца канвекцыяй.

А ці магчыма канвекцыя ў цвёрдых целах?

Вядома, не, паколькі ў цвёрдым целе рэчыва не можа перамяшчацца па аб'ёме. Успомніце жорсткую структуру алмазу (мал. 28).

Дзякуючы канвекцыі ствараецца неабходная для поўнага згарання паліва цяга. Яна надзвычай важная для добрай працы хатніх печаў і камінаў.

Для стварэння цягі нават невялікія кацельні маюць трубы вышынёй у некалькі дзясяткаў метраў. Трубы адной з найбуйнейшых у Еўропе Лукомльскай цеплаэлектрастанцыі маюць вышыню 250 м кожная (мал. 29). Сёння Лукомльская цеплаэлектрастанцыя — адзін з флагманаў беларускай энергетыкі.

Прыкладам выкарыстання канвекцыі з'яўляецца сістэма вадзянога ацяплення (мал. 30). Нагрэтая (у кацельнях або цеплаэлектрацэнтралях — ЦЭЦ) вада па трубаправодах паступае ў будынак. Па вертыкальнай трубе (стаяку) гарачая вада паднімаецца ўверх, трапляе ў ацяпляльныя батарэі (радыятары). Батарэі аддаюць энергію паветру ў памяшканні, вада ў іх астывае. Астылая вада з батарэй па другой трубе вяртаецца назад. Ацяпляльныя батарэі стаяць унізе (пад вокнамі) і шляхам канвекцыі награвваюць паветра па ўсім аб'ёме памяшкання.

Дзякуючы канвекцыі награвецца вада ў каструлі на пліце.



Мал. 29



Мал. 30

▼ Для дапытлівых

Канвекцыяй тлумачацца начныя і дзённыя брызы — вятры, якія ўзнікаюць на берагах мораў і акіянаў. У сонечны летні дзень паветра, больш цёплае над сушай, чым над вадой, імкнецца ўгору. Гэта выклікае паніжэнне ціску над сушай, куды з мора перамяшчаецца халоднае паветра. Гэта — дзённы брыз. Самастойна вызначыце напрамак і прычыны начнога брызю.

▣ Галоўныя вывады

1. Канвекцыя — працэс перадачы цеплавой энергіі патокамі вадкасці або газу.
2. Пры канвекцыі адбываецца перанос рэчыва — вадкасці або газу.
3. Канвекцыя немагчыма ў цвёрдых целах.

? Кантрольныя пытанні

1. Што ўяўляе сабой канвекцыя?
2. Чаму канвекцыя немагчыма ў цвёрдых целах?
3. Што агульнае маюць канвекцыя і цеплаправоднасць? Чым яны адрозніваюцца?



§ 5.

Выпраменьванне



Мал. 31

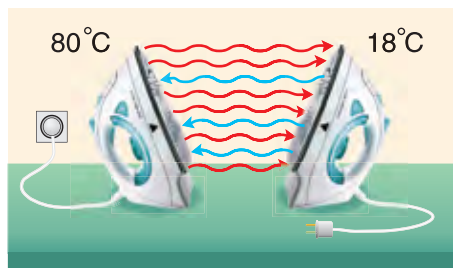
У халодным памяшканні мы распальваем камін (мал. 31) і, уладкаваўшыся насупраць, атрымліваем задавальненне ад цяпла, што ідзе ад яго. Але як у дадзеным выпадку перадаецца да нас цеплавая энергія? Ні цеплаправоднасць, ні канвекцыя не могуць быць прычынамі такой перадачы энергіі. Цеплаправоднасць у паветра вельмі малая. Канвекцыйныя патокі рухаюцца ўверх.



Мал. 32

Існуе яшчэ адзін від цеплаабмену — выпраменьванне, які магчымы і там, дзе асяроддзе вельмі разрэджанае (напрыклад, у космач). Выпраменьваннем да Зямлі пераносіцца цеплата ад такой магутнай крыніцы, як Сонца. Вогнішча (мал. 32), напаленая печ, камін і інш. — усё гэта прыклады крыніц, якія разам з канвекцыяй і цеплаправоднасцю перадаюць энергію больш халодным цэлам шляхам выпраменьвання.

Любое цела выпраменьвае і паглынае энергію. У выніку цеплаабмену перанос энергіі (цеплаты) ідзе ад больш нагрэтага цела да менш нагрэтага. «Халоднае» цела таксама выпраменьвае энергію, але менш, чым паглынае (мал. 33). «Гарачае» ж цела, наадварот, выпраменьвае энергіі больш, чым паглынае. У выніку «гарачае» цела ахалоджваецца, а «халоднае» — награвяецца.



Мал. 33

Механізм выпраменьвання складаны. З ім вы пазнаёміцеся ў 11-м класе. Тут падкрэслім тое, што пры выпраменьванні адбываецца перанос энергіі не часціцамі рэчыва, а электрамагнітнымі хвалямі. Электрамагнітныя хвалі распаўсюджваюцца і ў пушчач. Менавіта таму для выпраменьвання не патрабуецца асяроддзе.

Ад чаго залежыць, наколькі эфектыўна будзе адбывацца выпраменьванне? Правядзём дослед. Два цеплапрыёмнікі злучым з каленамі манометра (мал. 34). Наблізім іх чорнымі бакамі да пасу-

дзіны з гарачай вадой, адна палова якой чорная, а другая — белая. Узровень вадкасці ў калене 1 манометра стаў ніжэйшы, чым у калене 2. Значыць, ціск у цеплапрыёмніку I вышэйшы, чым у цеплапрыёмніку II. А гэта сведчыць аб тым, што паветра ў цеплапрыёмніку, павернутым да чорнай паверхні пасудзіны, нагрэлася мацней. Такім чынам, целы з цёмнай паверхняй выпраменьваюць больш энергіі (цеплаты), чым целы са светлай паверхняй. Таму целы з цёмнай паверхняй астываюць хутчэй, чым са светлай.

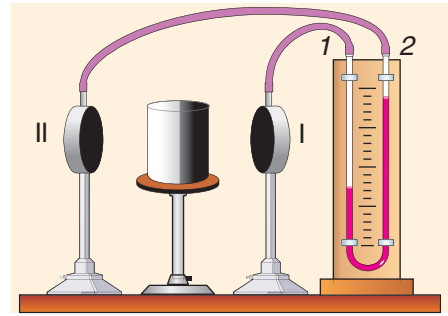
А ці ёсць адрозненне ў паглыннанні энергіі гэтымі цэламі? Відазменім дослед. Да пасудзіны з гарачай вадой, уся паверхня якой чорная, павернем цеплапрыёмнікі рознымі бакамі: I — чорным, II — белым (мал. 35). Узровень вадкасці ў калене 1 манометра стаў ніжэйшы. Значыць, паветра ў цеплапрыёмніку, павернутым да пасудзіны чорным бокам, паглынула больш энергіі і нагрэлася мацней. Такім чынам, целы з цёмнай паверхняй паглынаюць больш энергіі, чым целы са светлай паверхняй, а таму і награвваюцца хутчэй.

Цела, якое больш паглынае энергіі, больш і выпраменьвае.

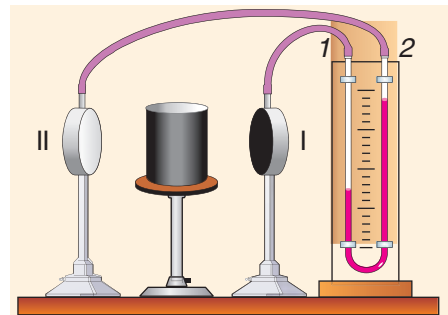
Гэты факт улічваецца ў тэхніцы і побыце. Самалёты, скафандры касманаўтаў (мал. 36), халадзільнікі, маразільныя камеры афарбоўваюць у серабрысты або светлыя колеры, каб яны менш награваліся. У спякоту носяць светлае адзенне. Бак для душа на дачным участку афарбоўваюць у чорны колер, каб выкарыстоўваць сонечную энергію для нагрывання вады.

Выпраменьваюць энергію целы чалавека і жывёл. Сучасныя прыборы (цеплавізары) дазваляюць не толькі зафіксаваць выпраменьванне, але і паказаць адрозненне выпраменьванняў участкаў цела, якія маюць розную тэмпературу. На здымку (мал. 37) паказаны «цеплавы партрэт» ката.

Часам у паўночных раёнах лёд на рэках афарбоўваюць з самалёта ў чорны колер яшчэ да наступлення паводкі, каб пазбегнуць бурнага крыгаходу.



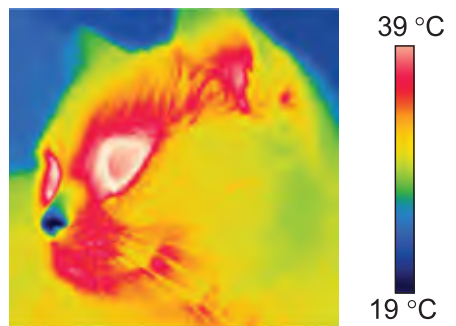
Мал. 34



Мал. 35



Мал. 36



Мал. 37

▼ Для дапытлівых

Адзначым важную ролю плошчы выпраменьваючай (або паглынаючай) паверхні. Паколькі цеплавое выпраменьванне адбываецца з кожнай адзінкі плошчы паверхні, то чым большая плошча паверхні, тым больш выпраменьваецца (паглынаецца) цеплаты. Таму, напрыклад, радыятары вадзянога ацяплення (мал. 38) маюць складаную рабрыстую паверхню, хоць пры вытворчасці прасцей і танней было б вырабляць радыятары больш простых форм (прамавугольнай, цыліндрычнай). Вялікая плошча нагрэтага цела павялічвае цеплаперадачу і іншымі спосабамі — цеплаправоднасцю і канвекцыяй.



Мал. 38

▣ Галоўныя вывады

1. Перанос энергіі ад больш нагрэтых цел да больш халодных можа ажыццяўляцца выпраменьваннем.
2. Выпраменьванне — адзіны від цеплаабмену, які не патрабуе наяўнасці асяроддзя.
3. Усе нагрэтыя целы не толькі выпраменьваюць, але і паглынаюць энергію.
4. Целы, афарбаваныя ў цёмныя колеры, больш паглынаюць і больш выпраменьваюць энергію, чым целы, якія маюць светлую афарбоўку.

? Кантрольныя пытанні

1. Як змяняецца тэмпература цела пры выпраменьванні энергіі? Пры паглыннанні цела энергіі?
2. Калі змяненне тэмпературы цела спынілася, ці азначае гэта, што цела больш не выпраменьвае?
3. Закончыце фразу: «Калі цела больш паглынае энергію, то яно...».
4. Чым адрозніваецца перадача цеплаты выпраменьваннем ад іншых відаў цеплаабмену?

➔ Дамашняе заданне

Вымерайце тэмпературу паветра ў вашай кватэры каля падлогі і столі. Ці супадаюць паказанні тэрмометра? Чаму?

Практыкаванне 4

1. Чаму вокны ў рэжыме ветрання адкрываюцца ў верхняй частцы?

2. Што трэба зрабіць, каб хутчэй астудзіць бутэльку мінеральнай вады: паставіць яе на лёд або абкласці лёдам зверху?

3. Склеп — самае халоднае месца ў хаце. Чаму?


4. У якім з электрачайнікаў (мал. 39) аднолькавага аб'ёму вада астыне раней?


5. Назавіце прычыны, па якіх снег у горадзе растае раней, чым у вёсцы.

6. Лёд, які мае тэмпературу $t_1 = -5\text{ }^\circ\text{C}$, змясцілі ў маразільную камеру. Як будзе змяняцца яго тэмпература, калі тэмпература ў камеры: а) $t_2 = -10\text{ }^\circ\text{C}$; б) $t_3 = -5\text{ }^\circ\text{C}$; в) $t_4 = -1\text{ }^\circ\text{C}$? Чаму?

7. Вагоны-рэфрыжэратары для перавозкі прадуктаў, якія хутка псуюцца (мяса, рыба, садавіна), маюць дваіныя сценкі. Прастору паміж сценкамі запаўняюць пенапластам, а вонкавыя паверхні афарбоўваюць у белы або жоўты колер. Якія фізічныя з'явы ўлічаны пры канструяванні вагонаў-рэфрыжэратараў?

8. Маша сцвярджае, што ў спякоту ў белым адзенні больш прахалодна, чым у чорным, паколькі яно паглынае менш сонечнай энергіі. Дзіма лічыць, што лепш насіць чорнае адзенне, паколькі яно больш выпраменьвае. Хто з іх мае рацыю? Чаму?

 9. Чаму паверхню цыліндраў рухавіка матацыкла робяць рабрыстай (мал. 40)?

 10. Пры гарэнні верхняя частка шырокай парафінавай свечкі размякчаецца і плавіцца (мал. 41). Якія віды цеплаперадачы адыгрываюць асноўную ролю пры перадачы энергіі ад полымя да парафіну?



Мал. 39



Мал. 40



Мал. 41