

### Галоўныя вывады

1. Гідрастатычны ціск абумоўлены вагой вадкасці, якая знаходзіцца ў стане спакою.
2. Гідрастатычны ціск на дадзенай глыбіні залежыць ад шчыльнасці вадкасці і вышыні слупа вадкасці.
3. Гідрастатычны ціск на бакавую сценку пасудзіны і на паверхню цела, якое знаходзіцца ў вадкасці на глыбіні  $h$ , роўны  $gh$ .

### Кантрольныя пытанні

1. Што такое гідрастатычны ціск?
2. Ад якіх велічынь залежыць значэнне гідрастатычнага ціску?
3. Чаму гідрастатычны ціск не залежыць ад плошчы дна пасудзіны?
4. Як вызначыць ціск на дно пасудзіны, у якую наліты слой вады, слой газы?
5. Ці можна стварыць вялікі гідрастатычны ціск, маючы невялікую колькасць вадкасці?
6. Ці магчымы гідрастатычны ціск у касмічным караблі, на іншых нябесных целах (Месяцы, Марсе)?



### Для дапытлівых

Гідрастатычны ціск з'яўляецца галоўнай перашкодай для пранікнення чалавека ў глыбіні Сусветнага акіяна. Ужо на глыбіні 2,5 м нетрэніраваны нырэц адчувае боль у вушах, выкліканы ціскам вады на барабанныя перапонкі. Карпусы падводных лодак, вырабленыя з самых трывалых сталей, на глыбіні ў некалькі соцень метраў знаходзяцца на мяжы перавышэння дапушчальнай трываласці. Тады чаму рыбы на вялікай глыбіні адчуваюць сябе камфортна? Аказваецца, вада цісне на рыб не толькі звонку, але і знутры, г. зн. адбываецца кампенсацыя сіл ціску.



### Прыклад рашэння задачы

Вызначыце глыбіню вадаёма, калі ціск вады на яго дно  $p = 100$  кПа. Якая сіла ціску вады дзейнічае на ракушку з плошчай паверхні  $S = 10$  см<sup>2</sup>, што ляжыць на дне? Каэфіцыент  $g$  лічыце роўным  $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$ .

Дадзена:	Рашэнне
$p = 100 \text{ кПа} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$	Вызначым ціск вады на глыбіні $h$ :
$S = 10 \text{ см}^2 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$	$p = g\rho h$ , адкуль $h = \frac{p}{g\rho}$ ,
$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$	дзе $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ (шчыльнасць вады).
$h = ?$	$h = \frac{1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 10 \text{ м.}$
$F = ?$	Сіла ціску: $F = p \cdot S;$
	$F = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 100 \text{ Н} = 0,10 \text{ кН.}$
	Адказ: $h = 10 \text{ м}; F = 0,10 \text{ кН.}$

### Практыкаванне 13


1. Ці аднолькавы ціск на дно дзвюх пасудзін, у якія наліты да аднолькавай вышыні вада і газа? Чаму?


2. Які гідрастатычны ціск дзейнічае на нырца, які апусціўся на глыбіню  $h = 20,0 \text{ м}$ ? Якая там сіла ціску вады на барабанную перапонку, калі плошча перапонкі  $S = 0,80 \text{ см}^2$ ? Каэфіцыент  $g$  у гэтай і наступных задачах прыміце роўным  $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$ .

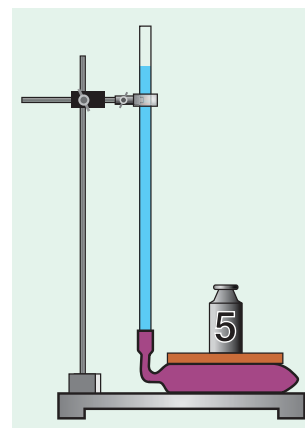
3. Вызначыце таўшчыню слоя вады, які стварае ціск  $p_1 = 1,0 \text{ Па}$ ;  $p_2 = 100 \text{ 000 Па}$ .

4. Гумаваая камера запоўнена вадой і злучана са шкляной трубкай (мал. 186). На камеру пакладзена дошка масай  $m_1 = 1,0 \text{ кг}$  і гіра масай  $m_2 = 5,0 \text{ кг}$ . Вызначыце плошчу дошкі, калі вышыня слупа вады ў трубцы  $h = 1,0 \text{ м}$ .

5. У цыліндрычную пасудзіну наліты вада і машыннае масла, масы якіх роўныя. Знайдзіце вышыню кожнага са слупоў, калі поўны гідрастатычны ціск на дно  $p = 1,8 \text{ кПа}$ . Рашыце задачу і для выпадку, калі роўныя не масы вадкасцей, а іх аб'ёмы.

 6. Пасудзіна ў форме куба з кантам  $a = 1 \text{ м}$  запоўнена даверху вадой. У колькі разоў адрозніваюцца сілы ціску вады на дно і на адну са сценак?

 7. У пасудзіне з вадой плавае кавалак лёду. Што адбудзецца з узроўнем вады ў пасудзіне, калі лёд растане? Указанне: пры раставанні лёду ўтворацца вада, маса якой дакладна роўна масе лёду, што растаў.

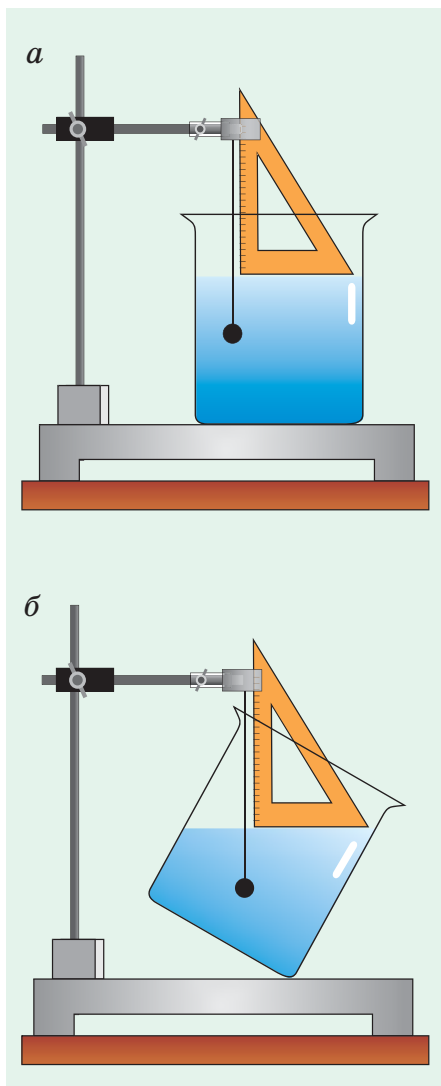


Мал. 186



## § 32.

### Сазлучаныя сасуды



Мал. 187

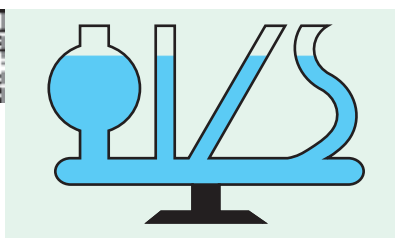
Дзеянне на вадкасць сілы цяжару і рухомасць яе малекул прыводзяць да таго, што ў шырокіх пасудзінах паверхня вадкасці ўстанаўліваецца гарызонтальна. Гэта лёгка праверыць з дапамогай прамавугольнага трохвугольніка (мал. 187, а, б). Гарызонтальнай будзе паверхня вадкасці і ў сасудах, злучаных паміж сабой, незалежна ад іх формы.

Возьмем некалькі злучаных паміж сабой адкрытых сасудаў. Іх называюць *сазлучанымі*. Будзем наліваць у адзін з іх ваду. Вада перацячэ ў астатнія сасуды і ўстаноўіцца ва ўсіх сасудах на адным узроўні (мал. 188) (калі сасуды не вельмі вузкія). Чаму гэта адбываецца?

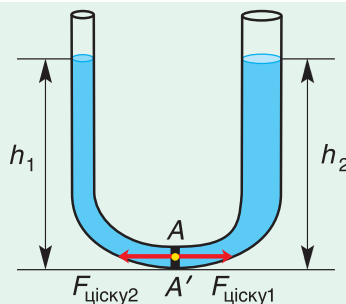
Разгледзім самыя простыя сазлучаныя сасуды (мал. 189). Вылучым унутры тонкі слой вадкасці AA'. Як і ўся вадкасць, ён нерухомы. Значыць, злева і справа на яго дзейнічаюць сілы, якія маюць роўныя модулі, але процілеглыя напрамкі. Гэта сілы ціску слупоў вадкасці  $F_{\text{ціску}1} = F_{\text{ціску}2}$ . Але, каб модулі гэтых сіл былі роўныя, неабходна, каб былі аднолькавымі ціскі, ствараемыя левым і правым слупамі вадкасці, г. зн.  $grh_1 = grh_2$ .

Пасля скарачэння атрымаем:  $h_1 = h_2$ .

У адкрытых сазлучаных сасудах паверхні аднароднай вадкасці ўстанаўліваюцца на аднолькавым узроўні.



Мал. 188



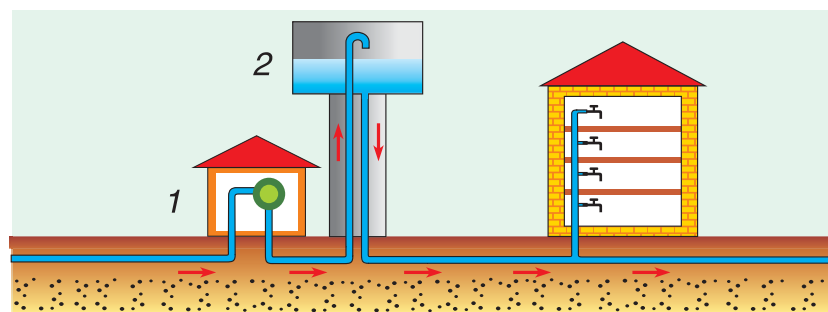
Мал. 189

З сазлучанымі сасудамі вы сустракаецеся пастаянна: гэта чайнікі, лейкі для паліву (мал. 190, а), вадамерныя трубка ў вялікіх ёмістасцях з вадой або палівам (мал. 190, б). На прынцепах дзеяння сазлучаных сасудаў працуе, напрыклад, бясшумная фантан (мал. 190, в).

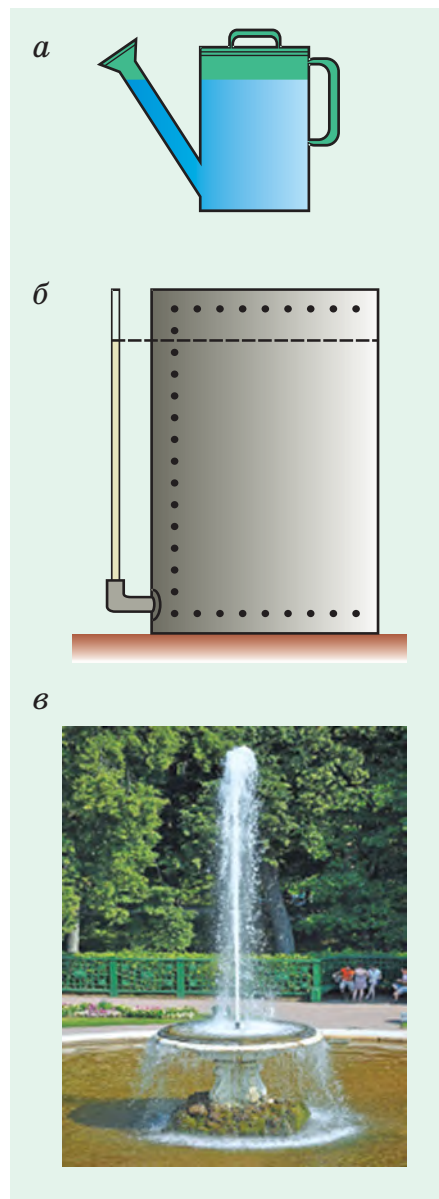
Складаную сістэму сазлучаных сасудаў выкарыстоўваюць у дачных пасёлках і вёсках у вежавым водаправодзе. Схема найпрасцейшага водаправода прадстаўлена на малюнку 191. Вада з артэзіянскай крыніцы помпай 1 падаецца ў бак воданепарнай вежы 2. Ад бака ідуць трубы з адгалінаваннямі, якія ўводзяцца ў дамы на ўсе паверхі. Канцы адгалінаванняў труб закрываюцца кранамі. Ціск вады ў кране вызначаецца вышыняй слупа вады ў вежы над узроўнем крана. Таму чым вышэйшы паверх, тым ціск вады ў кране меншы. Каб вада магла дасягаць усіх паверхаў, вежы будуць высокімі.

А калі вам спатрэбіцца строга гарызантальная ўстанавіць паверхню стала? Як у гэтым выпадку вам змогуць дапамагчы сазлучаныя сасуды? Прыведзіце яшчэ прыклады выкарыстання сазлучаных сасудаў.

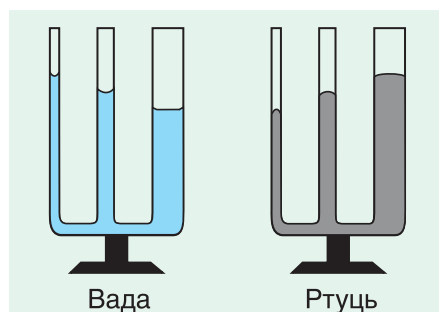
Усе атрыманыя ў гэтым параграфі заканамернасці справядлівыя для шырокіх сасудаў, у якіх паверхні вадкасці плоскія. У вельмі вузкіх сасудах (капілярах) паверхні вадкасці скрываюцца (мал. 192), і дадзеныя заканамернасці не выконваюцца.



Мал. 191



Мал. 190



Мал. 192

## Галоўныя вывады

1. У шырокіх нерухомах пасудзінах паверхня вадкасці заўсёды гарызантальная.
2. Узровень паверхняў аднароднай вадкасці ў адкрытых сазлучаных сасудах аднолькавы і не залежыць ад формы сасудаў.

## Кантрольныя пытанні

1. Якія сасуды называюцца сазлучанымі?
2. Як даказаць роўнасць узроўняў паверхні аднароднай вадкасці ў адкрытых сазлучаных сасудах?
3. Дзе знаходзяць практычнае прымяненне сазлучаныя сасуды?
4. Як размяшчаюцца паверхні розных вадкасцей, што не змешваюцца, у сазлучаных сасудах? Чаму?



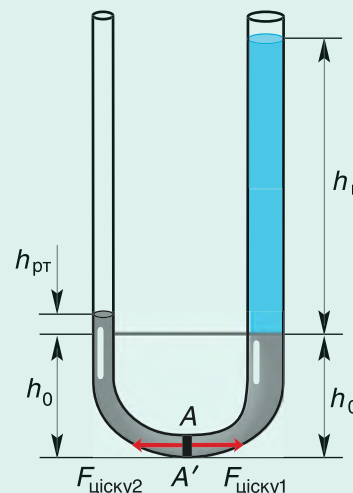
## Для дапытлівых

Што мы будзем назіраць, калі ў сазлучаныя сасуды наліты розныя вадкасці, напрыклад ртуть і вада (гл. мал.)? У такім выпадку для раўнавагі тонкага слоя  $AA'$  трэба, каб ціск, ствараемы левым (ртутным) слупом вышынёй  $h_{рт} + h_0$ , быў роўны ціску правага слупа вады і ртуці вышынёй  $h_в + h_0$ , г. зн.  $g\rho_{рт}(h_{рт} + h_0) = g\rho_в h_в + g\rho_{рт} h_0$ , адкуль  $\rho_{рт} h_{рт} = \rho_в h_в$ . Выкарыстаўшы ўласцівасці прапорцыі, запішам канчаткова:

$$\frac{h_{рт}}{h_в} = \frac{\rho_в}{\rho_{рт}}.$$

Паглядзіце ў табліцу шчыльнасцей вадкасцей (с. 73). Шчыльнасць ртуці ў 13,6 раза большая за шчыльнасць вады. Значыць,  $h_{рт}$  будзе ў 13,6 раза менш за  $h_в$ .

У адкрытых сазлучаных сасудах вышыні слупоў вадкасцей, якія не змешваюцца, над узроўнем іх падзелу адваротна прапарцыянальны шчыльнасцям вадкасцей.





## Прыклад рашэння задачы

Паверхня вады ў воданпорнай вежы знаходзіцца на  $h = 40$  м вышэй за кухонны водаправодны кран. Вызначыце ціск вады ў кране. Каэфіцыент  $g$  прыміце роўным  $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$ .

Дадзена:

$$h = 40 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

 $p = ?$ 

Рашэнне

Ціск у кране ствараецца слупом вады вышынёй  $h = 40$  м;  $p = g\rho h$ , дзе  $\rho$  — шчыльнасць вады;  
 $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

$$p = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 40 \text{ м} = 4,0 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Адказ:  $p = 4,0 \cdot 10^5 \text{ Па.}$ 

## Практыкаванне 14

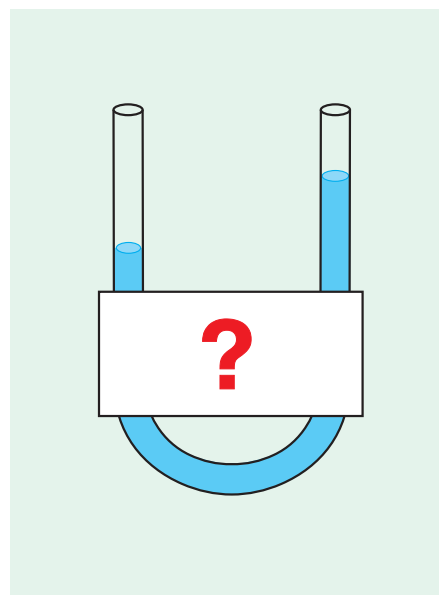
1. Пры заліванні вады ў сазлучаныя сасуды ў адной з трубак утварыўся паветраны пузыр. Гэта не дазволіла ўзроўням вады стаць аднолькавымі (мал. 193). У якой з трубак затрымаўся паветраны пузыр?

2. У сазлучаныя сасуды рознага папярочнага сячэння наліта вада. Ці будуць аднолькавыя ў сасудах:

- масы вады  $m_1$  і  $m_2$ ;
- аб'ёмы вады  $V_1$  і  $V_2$ ;
- вышыні ўзроўняў паверхняў вады  $h_1$  і  $h_2$ ;
- гідрастатычны ціск  $p_1$  і  $p_2$  на адным і тым жа ўзроўні?

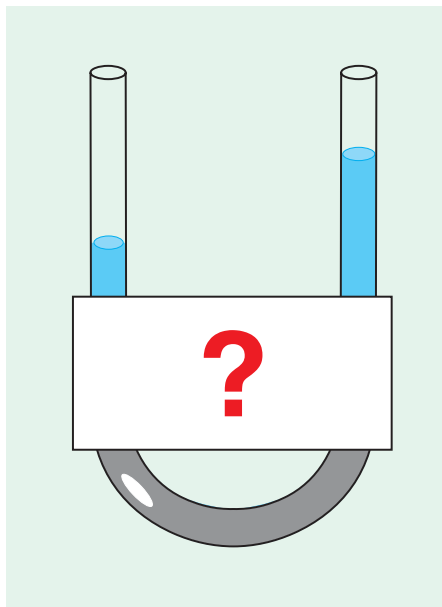
3. Ціск вады ў кране водаправоднай трубы, якая праходзіць па дачным участку,  $p = 200$  кПа. Вызначыце вышыню ад узроўню крана да паверхні вады ў баку воданпорнай вежы.

4. Сазлучаныя сасуды, плошчы сячэння якіх адрозніваюцца ў 2 разы, запоўнены вадой. Вызначыце вагу вады ў вузкай трубцы, калі вага вады ў шырокай трубцы роўна  $P_1 = 1,2$  Н.



Мал. 193



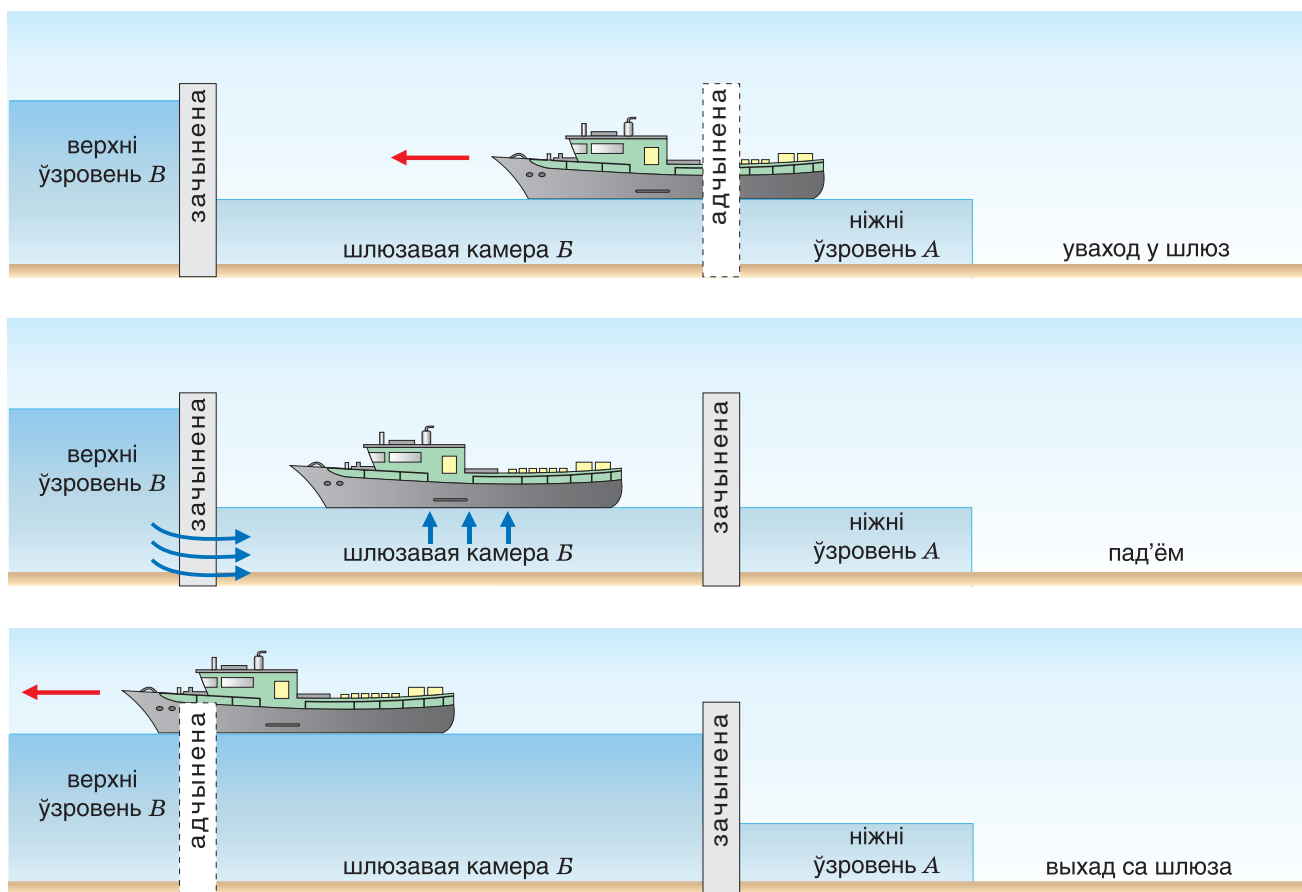


Мал. 194

5. У сазлучаныя сасуды налілі ваду і газу. Вызначыце вышыню слупа газу, калі вышыня слупа вады, размешчанага вышэй за ўзровень падзелу,  $h_B = 7,2$  см.

6. У U-падобную трубку спачатку налілі ртуть, а зверху — ваду (мал. 194). Вышыня слупа вады ў левым калене  $h_1$ , а ў правым —  $h_2$ . Разлічыце рознасць узроўняў ртуті для выпадку, калі  $h_1 = 40$  см,  $h_2 = 67,2$  см.

7. На малюнку 195 схематычна паказана будова шлюза — тэхнічнага збудавання, якое дазваляе ажыццяўляць праход караблёў па рэках, якія маюць розныя ўзроўні паверхні вады. Уважліва разгледзьце малюнак і апішыце, як адбываецца праход караблёў з ніжняга ўзроўню  $A$  на верхні ўзровень  $B$  праз шлюзавую камеру  $B$ .



Мал. 195