

СПОЛУЧЕНІ ПОСУДИНИ. МАНОМЕТРИ

Чому з крана біжить вода, коли ми його відкриваємо?

Чому виливається вода з носика чайника, якщо його нахилити?

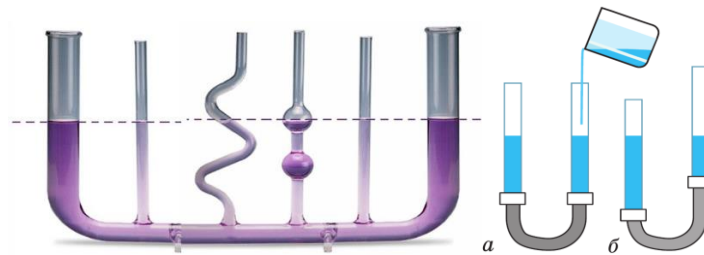
А як «працює» артезіанський колодязь?

Напевне, дехто з вас уже знає, що всі ці пристрої є сполученими посудинами. Саме про сполучені посудини, їхні властивості та застосування йтиметься на цьому уроці.

Сполучені посудини

Сполучені посудини — це посудини, з'єднані між собою в нижній частині так, що між ними може перетікати рідина.

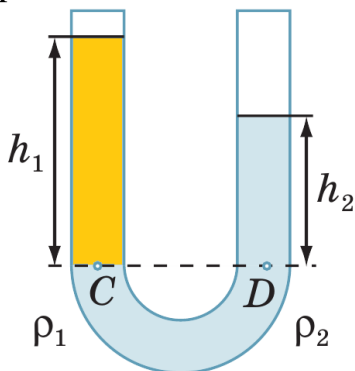
Найпростіші сполучені посудини — це *дві з'єднані між собою трубки*. Якщо в одну із трубок наливати воду, то вода перетікатиме в другу. Коли рух води припиниться, вода в обох трубках установиться на одному рівні.



Властивість сполучених посудин:

У відкритих сполучених посудинах вільні поверхні однорідної нерухомої рідини встановлюються на одному рівні.

Що відбуватиметься в сполучених посудинах якщо рідини в колінах будуть різними?



В праве і ліве коліна сполучених посудин наливаєм рідини з різними густинами, наприклад олію і воду, результат буде інакшим (рівень олії – вищий, води – нижчий).

На рівні CD тиск рідин у посудинах однаковий:

$$\begin{aligned} p_C &= p_D \\ \rho_1 g h_1 &= \rho_2 g h_2 \\ \rho_1 h_1 &= \rho_2 h_2 \\ \frac{\rho_1}{\rho_2} &= \frac{h_2}{h_1} \end{aligned}$$

Властивість сполучених посудин:

У відкритих сполучених посудинах стовпчик нерухомої рідини з меншою густиною буде вищим, ніж стовпчик нерухомої рідини з більшою густиною.

Відношення висот стовпчиків рідин обернено пропорційне до відношення їхніх густин:

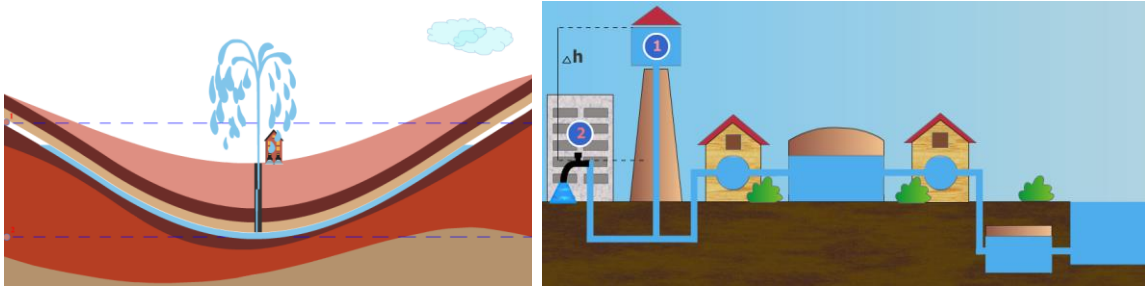
$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

Використання сполучених посудин

Принцип сполучених посудин широко використовується при створенні різних технічних пристроїв.

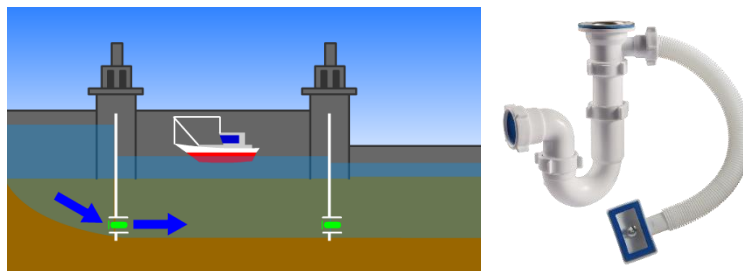
За законами сполучених посудин працюють *артезіанські колодязі або свердловини*.

Розгалуженою системою сполучених посудин є *водонапірна мережа*.



Шлюз - це гідротехнічна споруда для переведення суден на річці або каналі з одного рівня на інший.

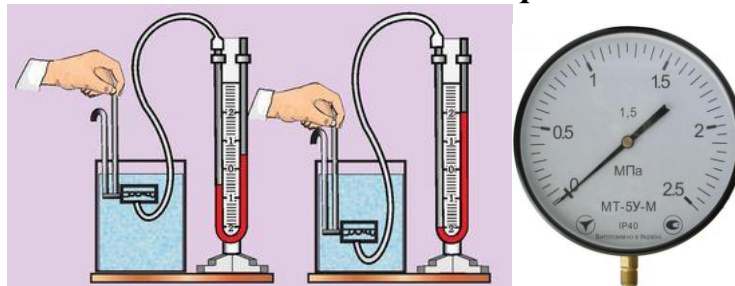
Щоб не потрапляли неприємні запахи із каналізації до будинку використовують *сифон*.



Манометри

Манометр — це прилад для вимірювання тиску рідин і газів.

Розрізняють *рідинний* та *металевий манометри*.



Розглянемо принцип роботи *рідинного манометра*.

Надінемо гумову грушу і злегка натиснемо на неї. Висота стовпчика рідини в правому коліні зменшиться, а в лівому збільшиться.

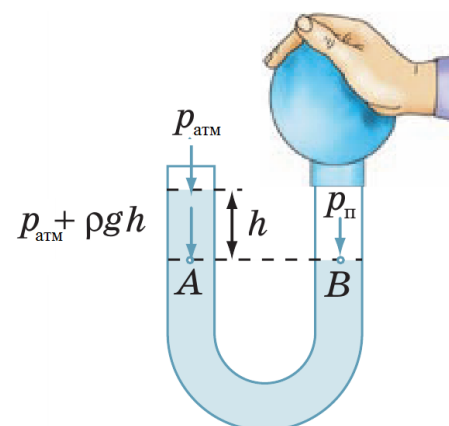
На рівні АВ тиск у рідині однаковий.

$$p_{\Pi} = p_{\text{атм}} + \rho gh$$

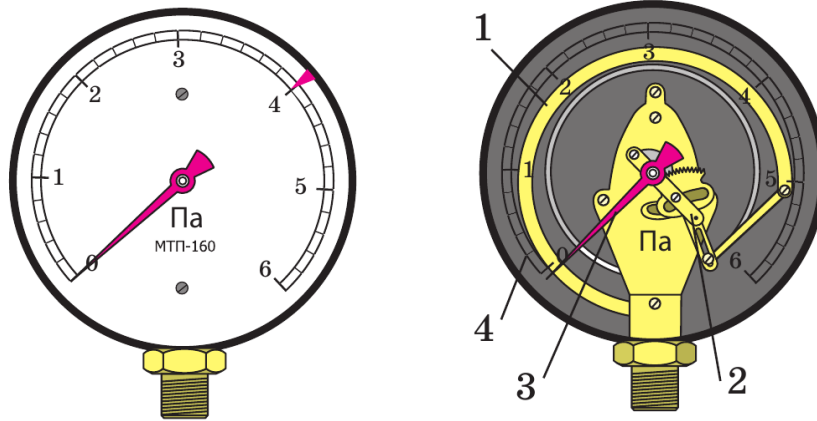
У відкритому рідинному манометрі тиск газу p_{Γ} у посудині визначається за різницею h рівнів рідини в колінах приладу:

якщо $p_{\Gamma} < p_{\text{атм}}$ то $p_{\Gamma} = p_{\text{атм}} - \rho gh$;

якщо $p_{\Gamma} > p_{\text{атм}}$ то $p_{\Gamma} = p_{\text{атм}} + \rho gh$



На практиці широко застосовують *металеві деформаційні манометри*.



Конструкція: трубку 1 за допомогою передавального механізму 2 з'єднано зі стрілкою 3. Тиск визначають за шкалою 4.

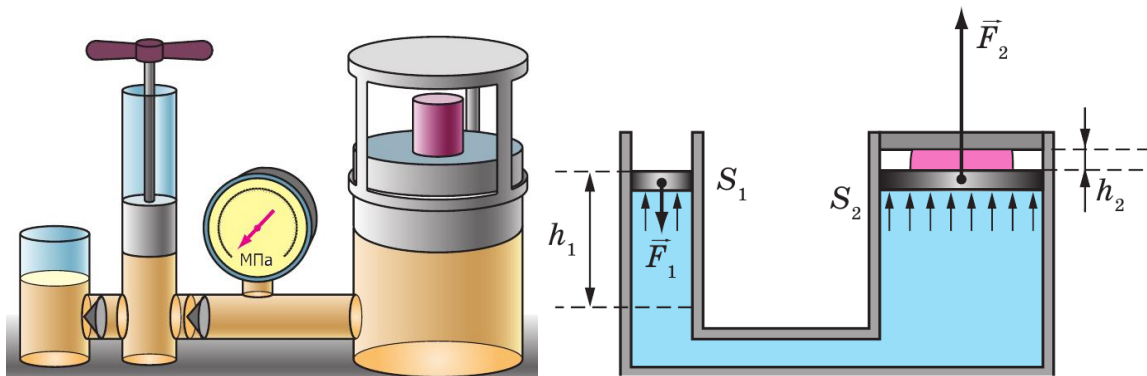
Якщо тиск газу всередині трубки більший від атмосферного, то гнучка трубка розпрямляється і її рух передається до стрілки 3, що рухається вздовж шкали 4 приладу.

Гідравлічний прес

Як ви вже добре знаєте, тиск, створюваний на поверхню нерухомої рідини, передається рідиною однаково в усіх напрямках (закон Паскаля).

Гідравлічний прес — це найпростіша гідравлічна машина, яка використовується для створення великих сил стиснення.

Гідравлічний прес складається з двох сполучених циліндрів різного діаметра, які заповнені робочою рідиною (частіше машинним мастилом) і закриті рухомими поршнями.



Сила, що діє з боку рідини на великий поршень, є більшою від сили, що діє на малий поршень, у стільки разів, у скільки разів площа великого поршня більша від площі малого:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

Розв'язування задач

1. У правому коліні заповнених водою сполучених посудин над водою знаходиться шар олії висотою 15 см. В якому з колін рівень рідини вище? На скільки?

Дано:

Розв'язання

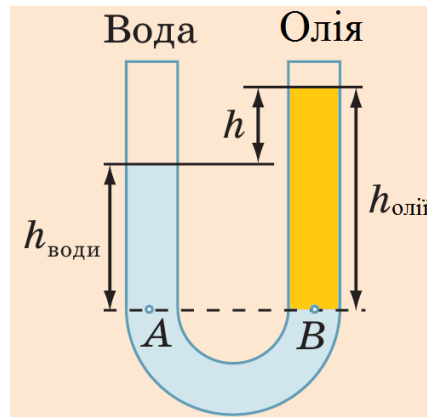
$$h_{\text{олії}} = 15 \text{ см}$$

$$= 0,15 \text{ м}$$

$$\rho_{\text{води}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{олія}} = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$h - ?$



Різниця висот стовпчиків олії і води: $h = h_{\text{олії}} - h_{\text{води}}$

$$\frac{\rho_{\text{води}}}{\rho_{\text{олії}}} = \frac{h_{\text{олії}}}{h_{\text{води}}}$$

$$h_{\text{води}} = \frac{\rho_{\text{олії}} h_{\text{олії}}}{\rho_{\text{води}}}$$

$$h_{\text{води}} = \frac{900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,15 \text{ м}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,135 \text{ м}$$

$$h = 0,15 \text{ м} - 0,135 \text{ м} = 0,015 \text{ м} = 1,5 \text{ см}$$

Відповідь: $h = 1,5 \text{ см}$

2. У рідинному манометрі міститься ртуть. Праве коліно манометра відкрите в атмосферу. Який тиск у балоні, якщо атмосферний тиск дорівнює 100 кПа?

Дано:

$$p_{\text{атм}} = 100 \text{ кПа}$$

$$= 100000 \text{ Па}$$

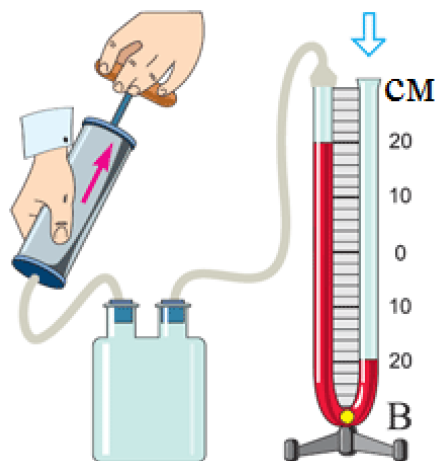
$$\rho_{\text{ртуті}} = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$h_{\text{ртуті}} = 40 \text{ см}$$

$$= 0,4 \text{ м}$$

$p_{\text{балона}} - ?$

Розв'язання



Якщо $p_{\text{балона}} < p_{\text{атм}}$

$$p_{\text{балона}} = p_{\text{атм}} - \rho_{\text{ртуті}} g h_{\text{ртуті}}$$

$$p_{\text{балона}} = 100000 \text{ Па} - 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,4 \text{ м}$$

$$= 45600 \text{ Па}$$

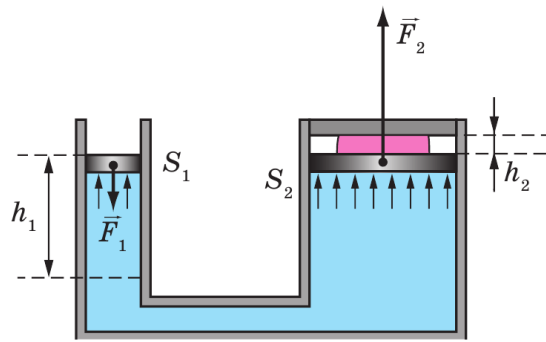
Відповідь: $p_{\text{балона}} = 45600 \text{ Па}$

3. Якщо на менший поршень гідравлічного преса діє сила 90 Н, то на більший поршень площею 2700 см² передається сила тиску 36 кН. Яка площа меншого поршня?

Дано:

$$F_1 = 90 \text{ Н}$$
$$S_2 = 2700 \text{ см}^2$$
$$F_2 = 36 \text{ кН}$$
$$= 36000 \text{ Н}$$

$S_1 = ?$



Розв'язання

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$
$$S_1 = \frac{F_1 S_2}{F_2}$$

$$S_1 = \frac{90 \text{ Н} \cdot 2700 \text{ см}^2}{36000 \text{ Н}} = 6,75 \text{ см}^2$$

Відповідь: $S_1 = 6,75 \text{ см}^2$

Запитання

1. Наведіть приклади сполучених посудин.
2. Сформулюйте основну властивість сполучених посудин.
3. Як поведуться рідини різної густини, налиті в сполучені посудини?
4. Як працює відкритий рідинний манометр?
5. Сформулюйте умову рівноваги поршнів гідравлічної машини.

ЗАВДАННЯ

Вивчити § 26 та ст. 157-158, Вправа № 23 (8), № 26 (1, 4)

1. В U-подібну трубку налили ртуть. У ліву трубку долили 20 см гасу. Скільки води необхідно долити в праву трубку, щоб поверхні ртуті в трубках були на одному рівні?
2. На менший поршень гідравлічної машини площею 2 см^2 діє сила 50 Н. Яку силу тиску буде створювати більший поршень, площа якого 100 см^2 ?