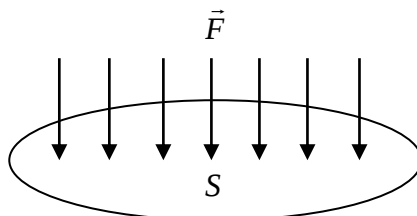


ГІДРО-АЕРО-СТАТИКА

Гідро-аеро-статика – частина механіки, яка вивчає механічні властивості нерухомих рідин та газів.

Тиск

Нехай на поверхню площиною S діє сила $\vec{F}$.



Тоді:

$$\boxed{p = \frac{F}{S}} - \text{тиск сили } \vec{F}$$

Тиск дорівнює силі, яка діє на 1 м^2 площі поверхні.

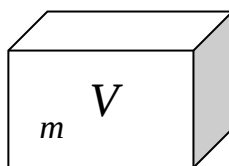
Одиниця виміру тиску:

$$[p] = \frac{H}{\text{м}^2} = \text{Па} - \text{Паскаль}$$

З формули тиску можна побачити, що для зменшення тиску треба збільшувати S (наприклад, використання лиж на снігу, широких коліс та гусениць у всюдиходах), а для збільшення тиску зменшувати S (наприклад, використання гострих поверхонь для різання).

Густина

Нехай речовина масою m має об'єм V .



Тоді:

$$\boxed{\rho = \frac{m}{V}} - \text{густина речовини } \rho \text{ (ро)}$$

Густина дорівнює масі 1 м^3 речовини.

Одиниця виміру густини:

$$[\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Значення густини різних речовин (твердих речовин та рідин) вимірюються експериментально та вказуються у спеціальних таблицях. Такі величини, значення яких вказані у таблицях називають – табличні величини. Тому можна сказати, що густина – таблична величина.

Таблиця густин

Речовина	$\rho, \text{кг/м}^3$	Речовина	$\rho, \text{кг/м}^3$
Чавун	7000	Капрон	1140
Алюміній	2700	Парафін	900
Оргскло	1200	Дуб	800
Лід	900	Пробка	240
Ртуть	13600	Мед	1420
Вода	1000	Гас	800
Олія	900	Спирт	800
Кисень	1,430	Азот	1,250
Повітря	1,290	Гелій	0,180

Контрольні питання

1. Що таке гідро-аеро-статика?
2. За якою формулою визначається тиск? Що таке F та S у цій формулі?
3. Чому дорівнює тиск?
4. Яка одиниця виміру тиску?
5. Що треба робити для зменшення тиску? Наведіть приклади.
6. Що треба робити для збільшення тиску? Наведіть приклади.
7. За якою формулою визначається густина? Що таке m та V у цій формулі?
8. Чому дорівнює густина?
9. Яка одиниця виміру густини?
10. Де вказані значення густини різних речовин?
11. Як називають величини, значення яких вказані у таблицях?

Завдання

Завдання 1

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Гідро-аеро-статика вивчає

- а) механічні властивості тіл; б) механічні властивості нерухомих рідин та газів;
в) механічні властивості рухомих рідин та газів; г) механічні властивості нерухомих тіл та газів; д) механічні властивості нерухомих рідин та тіл.

Завдання 2

Оберіть вірну формулу тиску:

- а) $\frac{p}{S}$; б) $\frac{S}{F}$; в) $\frac{m}{V}$; г) $\frac{F}{S}$; д) $\frac{F}{V}$

Завдання 3

Оберіть вірну формулу густини:

- а) $\frac{F}{S}$; б) $m \cdot V$; в) $\frac{m}{V}$; г) $\frac{V}{m}$; д) $\frac{p}{V}$

Завдання 4

Оберіть вірну одиницю густини:

- а) $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$; б) $\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$; в) $\frac{\text{кг}}{\text{м}}$; г) $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; д) $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Завдання 5

Оберіть вірну одиницю тиску:

- а) $\frac{H}{m^2}$; б) $\frac{H}{m}$; в) $H \cdot m$; г) $\frac{kg}{m^3}$; д) $\frac{H}{m^3}$

Завдання 6

Оберіть вірний варіант закінчення вислову:

Тиск дорівнює силі, яка діє на

- а) 1 м³ речовини; б) 1 м поверхні; в) 1 м³ поверхні; г) 1 кг речовини; д) 1 м² поверхні

Завдання 7

Оберіть вірну назву одиниці тиску:

- а) Джоуль; б) Ньютон; в) Ват; г) Паскаль; д) метр квадратний

Завдання 8

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Густина дорівнює масі

- а) 1 кг речовини; б) 1 м речовини; в) 1 м³ речовини; г) 1 м² речовини; д) 1 Н речовини.

ЛІНГВОКОМЕНТАР

Нові граматичні форми з дієсловами, які зустрічаються у тексті «Тиск», «Густина»

Конструкції	Моделі
Що вимірюється як <i>Н.в.</i> + вимірюються	Значення густини вимірюється експериментально.
Що визначається за чим <i>Н.в.</i> + визначається + за <i>О.в.</i> (O ⁵)	За якою формулою визначається густина?
<i>Н.в.</i> + дорівнює + <i>Д.в.</i> (O ³)	Чому дорівнює густина? Густина дорівнює масі 1 м ³ речовини.
Що вказуються у чому <i>Н.в.</i> + вказується + <i>М.в.</i> (O ⁵)	Густина вказується у спеціальних таблицях.
Називати що Називають + <i>З.в.</i> (O ⁴)	Як називають величини.

Список основних дієслів уроку:

вимірюватися (як?) I(НДВ)

визначатися I- визначитися II (за чим?)

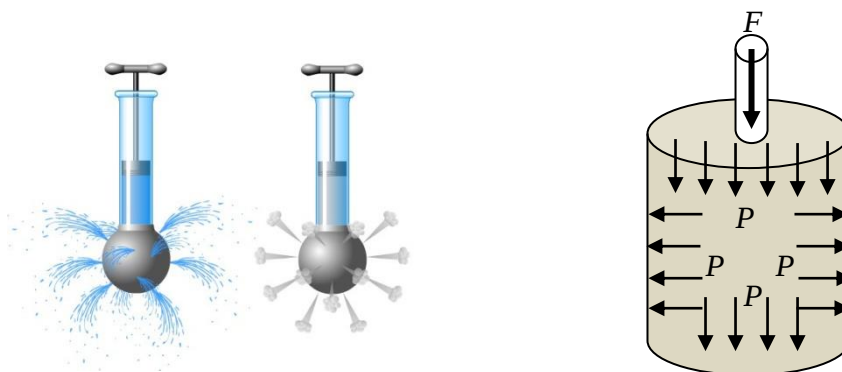
дорівнювати (чому?) I(НДВ)

вказуються (у чому?) I(НДВ)

називати I– назвати I (що?)

Закон Паскаля

Нехай на рідину (чи газ) діє сила F , яка створює тиск P .



Паскаль довів, що цей тиск діє не тільки у напрямку та у місті дії сили F , але буде діяти у всіх інших точках та напрямках.

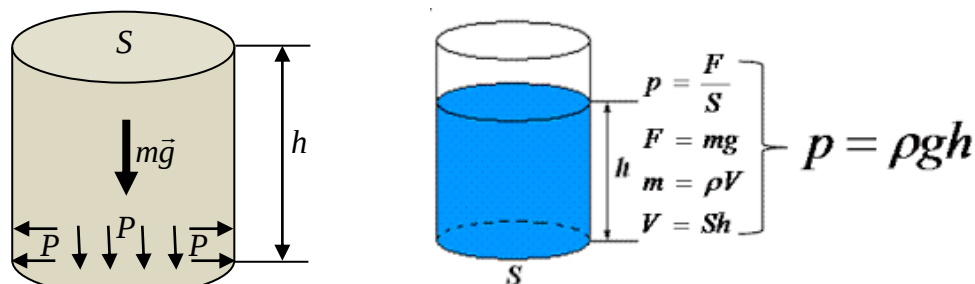
Сформулюємо **закон Паскаля**:

Тиск, який діє на рідину (чи газ), передається без змін в усі точки цієї рідини (чи газу) та в усіх напрямках.

Гідростатичний тиск рідини

Гідростатичний тиск це – тиск, який створює рідина своєю вагою.

Знайдемо тиск, який створює стовп рідини висотою h , густина рідини дорівнює ρ .



Сила, з якою тисне рідина: $F = mg$, але $m = \rho \cdot V$, де $V = S \cdot h$ - об'єм рідини, h - висота стовпа рідини.

Тоді для тиску рідини отримаємо:

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow p = \frac{mg}{S} = \frac{\rho \cdot S \cdot h \cdot g}{S} \Rightarrow p = \rho gh$$

Таким чином маємо:

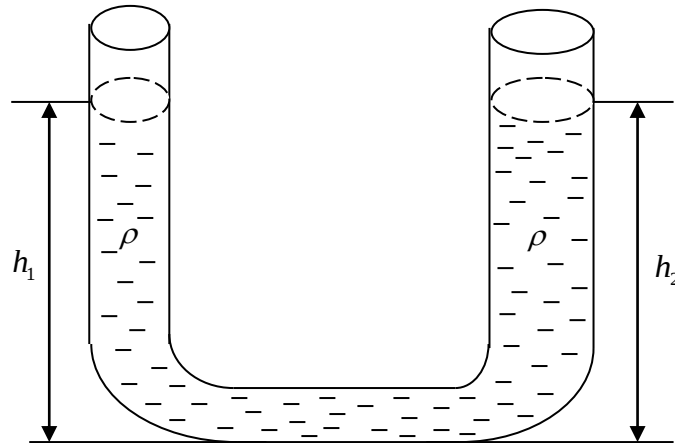
$$\boxed{p = \rho gh} \text{ - гідростатичний тиск стовпа рідини висотою } h$$

За законом Паскаля цей тиск діє на глибині h в усіх точках та в усіх напрямках.

Сполучені судини

Сполучені судини це – судини з'єднані між собою так, що рідина може вільно перетікати між судинами.

Розглянемо приклад:



Якщо в обох судинах знаходиться однакова рідина з густиною ρ , то тиск стовпів рідини у судинах дорівнює:

$$p_1 = \rho g h_1 \quad ; \quad p_2 = \rho g h_2$$

Рідина у судинах знаходиться у рівновазі, тому тиск з обох сторін буде рівний, тоді маємо:

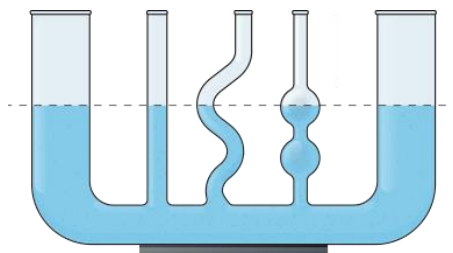
$$p_1 = p_2 \Rightarrow \rho g h_1 = \rho g h_2 \Rightarrow h_1 = h_2$$

Робимо висновок:

**Висоти стовпів однакової рідини у сполучених судинах однакові
або**

однакова рідина у сполучених судинах встановлюється на одному рівні.

Цей висновок не залежить від розмірів та форми сполучених судин.



Контрольні питання

1. Сформулюйте закон Паскаля.
2. У яких речовинах виконується закон Паскаля?
3. Що таке гідростатичний тиск?
4. Якою силою створюється гідростатичний тиск рідини?

5. Чому дорівнює гідростатичний тиск стовпа рідини?
6. Що таке h у формулі гідростатичного тиску?
7. Як діє гідростатичний тиск на глибині h ?
8. Що таке сполучені судини?
9. Яке співвідношення тиску у різних сполучених судинах?
10. Що можна сказати про висоти стовпів однакової рідини у сполучених судинах?
11. Як встановлюється однакова рідина у сполучених судинах?
12. Чи залежить встановлення рідини у сполучених судинах від розмірів та форми судин?

Завдання

Завдання 1

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Тиск, що діє на рідину передається без змін

- а) у точки дотику та у напрямку дії сили; б) в усі точки та напрямки руху рідини;
в) в усі точки рідини та в усіх напрямках; г) тільки у точку дії сили та у напрямку її дії; д) в усі точки, де діє сила.

Завдання 2

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Гідростатичний тиск - це тиск, який створює рідина

- а) своєю силою; б) своєю масою; в) силою пружності; г) силою тертя; д) своєю вагою.

Завдання 3

Оберіть вірну формулу гідростатичного тиску:

- а) $\rho g V$; б) $\rho g h$; в) $m g h$; г) $\rho v h$; д) $\rho g v$

Завдання 4

Встановіть відповідність між пропущеними місцями та словами, які потрібно на них вставити, щоб утворився вірний вислів:

Сполучені ...(1)... - судини ...(2)... між собою так, що ...(3)... може вільно ...(4)... між ...(5)...

- а) судинами; б) газ; в) з'єднані; г) судини; д) рідина; е) взаємодіяти;
є) перетікати

Завдання 5

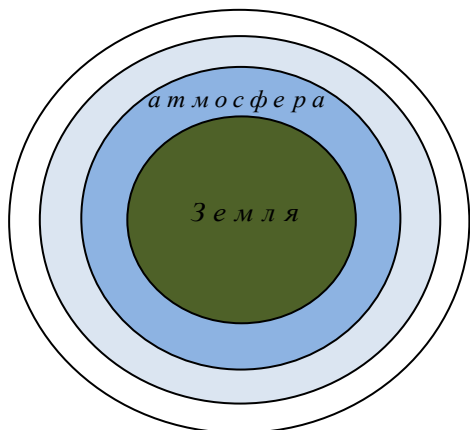
Встановіть відповідність між початком та кінцем висловлювання:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1) Гідростатичний тиск на глибині h | а) встановлюється на одному рівні |
| 2) Тиск, який діє на рідину, передається в усі точки | б) густина рідини |
| 3) Однакова рідина у сполучених судинах | в) висота стовпа рідини |
| 4) У формулі гідростатичного тиску h це | г) діє в усіх точках та напрямках |
| | д) без змін |

Атмосферний тиск

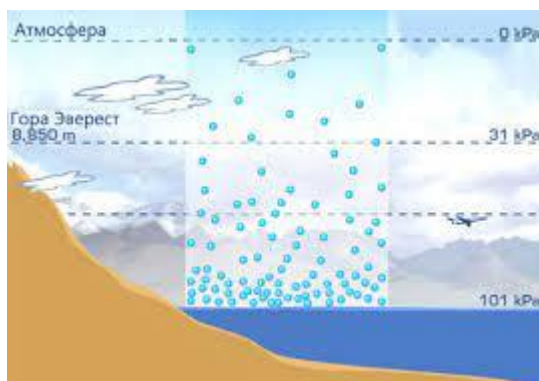
Земля вкрита товстим шаром атмосферного повітря. Це повітря створює тиск на поверхню Землі та на все, що знаходиться у атмосфері.

Атмосферний тиск це – тиск, який створює стовп атмосферного повітря своєю вагою.



Густина атмосферного повітря сильно змінюється з висотою над поверхнею Землі. Тому атмосферний тиск неможна визначити за формулою ρgh , бо густина атмосферного повітря не є сталою величиною.

Атмосферний тиск зменшується зі збільшенням висоти над поверхнею Землі (наприклад, високо у горах атмосферний тиск набагато менший ніж у поверхні Землі). Також атмосферний тиск залежить від стану атмосфери, від погодних умов.

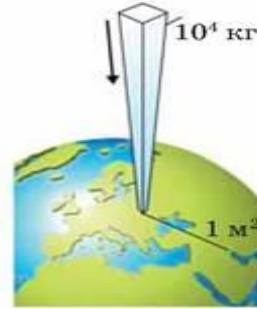


Барометр – це прибор, який вимірює атмосферний тиск.



Але існує поняття **нормальний атмосферний тиск** (p_0), він дорівнює:

$$p_0 = 101013 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па} = 100 \text{ кПа}$$



Зазвичай реальний атмосферний тиск біля поверхні Землі дуже близький до цього значення. Саме це значення атмосферного тиску (p_0) завжди використовують у задачах для розрахунків.

Контрольні питання

1. Чим вкрита Земля?
2. Що таке атмосферний тиск?
3. Що відбувається з густиною атмосферного повітря?
4. Чому атмосферний тиск неможна визначити за формулою ρgh ?
5. Як залежить атмосферний тиск від висоти над поверхнею Землі?
6. Що таке барометр?
7. Чому дорівнює нормальний атмосферний тиск?
8. Чи можна сказати, що атмосферний тиск завжди дорівнює p_0 ?

Завдання

Завдання 1

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Земля вкрита товстим шаром

- а) атмосферної рідини; б) атмосферного повітря; в) твердої речовини; г) стовпа рідини; д) атмосферного тиску.

Завдання 2

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Зі збільшенням висоти над поверхнею Землі атмосферний тиск

- а) збільшується; б) не змінюється; в) зменшує густину; г) зменшується;
д) зменшує швидкість

Завдання 3

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Барометр виміряє

- а) густину речовини; б) масу речовини; в) гідростатичний тиск; г) силу взаємодії; д) атмосферний тиск

Завдання 4

Оберіть вірний варіант відповіді.

Нормальний атмосферний тиск дорівнює

- а) 100 кПа; б) 100 Па; в) 10^5 кПа; г) 10 кПа; д) 10^3 Па

Завдання 4

Оберіть вірний варіант відповіді.

Нормальний атмосферний тиск позначається символом:

а) ν_0 ; б) x_0 ; в) p_0 ; г) t_0 ; д) h_0

ЛІНГВОКОМЕНТАР

Нові граматичні форми з дієсловами, які зустрічаються у тексті «Закон Паскаля», «Гідростатичний тиск», «Сполучені судини», «Атмосферний тиск»

Конструкції	Моделі
Сформулювати що сформулюємо + З.в.(O ⁴)	Сформулюємо закон Паскаля (майб. час)
Що створює що Н.в. + створює + З.в.(O ⁴)	Сила створює тиск.
Хто довів що Н.в. + довести + З.в.(O ⁴)	Паскаль довів закон (мин. час).
Що передається без чого Н.в. + передається + без Р.в. (O ²)	Тиск передається без змін в усі точки цієї рідини (чи газу) та в усіх напрямках.
Що може перетікати між чим Н.в. + може перетікати + О.в. (O ⁵)	Рідина може вільно перетікати між судинами.
Що встановлюється на чому Н.в. + встановлюється + на М.в. (O ⁶)	Рідина встановлюється на одному рівні.
Чим створюється що О.в. (O ⁵) + створюється + Н.в.	Силою створюється тиск.
Що вимірює що Н.в. + вимірює + З.в.(O ⁴)	Прибор вимірює тиск.

Список основних дієслів уроку:

формулювати І– сформулювати(що?)І

створювати І– створити(що?)ІІ

доводити ІІ– довести(що?)І

передаватися(без чого?)І(НДВ)

перетікати І– перетекти (між чим?)І

встановлюватися І– встановитися (на чому?)ІІ

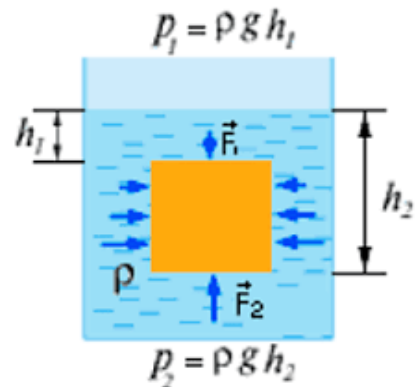
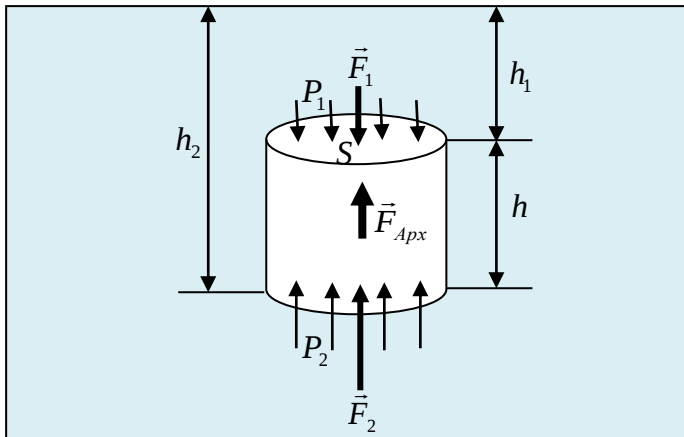
створюватися І– створитися(чим?)ІІ

вимірювати І – виміряти (що?)ІІ

Виштовхуюча сила Архімеда.

Закон Архімеда

Розглянемо тіло, яке знаходиться у рідині, густина якої дорівнює ρ .



Тиск рідини на верхню поверхню тіла дорівнює: $p_1 = \rho g h_1$, тому діюча зверху сила $F_1 = p_1 \cdot S = \rho g h_1 S$. Тиск рідини на нижню поверхню: $p_2 = \rho g h_2$, діюча знизу сила: $F_2 = p_2 \cdot S = \rho g h_2 S$.

Так як $h_2 > h_1$, тому $F_2 > F_1$. У результаті сума сил $\vec{F}_1$ та $\vec{F}_2$ створює силу, яка спрямована вгору. Це є **виштовхуюча сила** або **сила Архімеда** - $\vec{F}_{Apx}$. Вона дорівнює:

$$F_{Apx} = F_2 - F_1 = \rho g h_2 S - \rho g h_1 S = \rho g S (h_2 - h_1) = \rho g S h$$

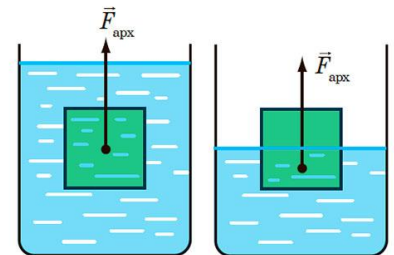
Тут $Sh = V$ - об'єм тіла, яке знаходиться у рідині, або тої частини тіла, яка знаходиться у рідині. У підсумку маємо:

$$F_{Apx} = \rho g V$$

Можна визначити ще одну величину:

$m = \rho V$ - маса рідини, яку витісняє тіло, тоді :

$$F_{Apx} = mg$$

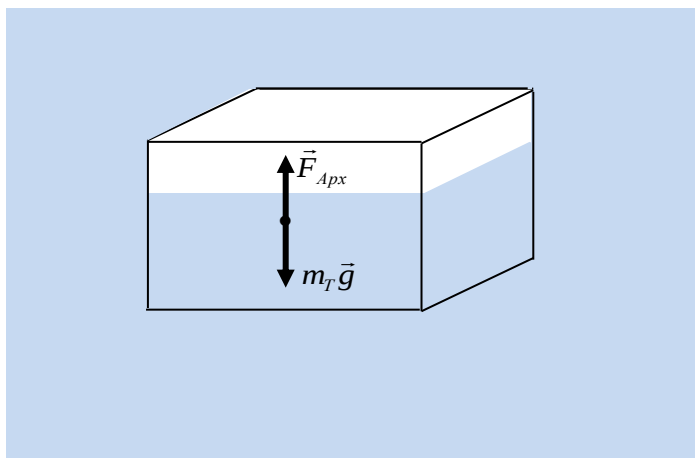


Сформулюємо **закон Архімеда**:

На тіло, яке знаходиться у рідині (або у газі), діє виштовхуюча сила, або сила Архімеда, яка дорівнює вазі рідини (або газу), яку витісняє тіло.

Окремо підкреслимо, що у газі також діє сила Архімеда, але вона набагато менша ніж у рідині, тому що густина газу набагато менша, ніж густина рідини.

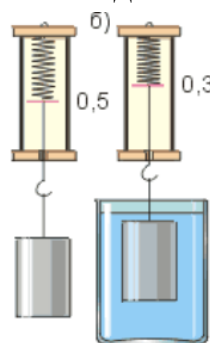
Дякуючи дії сили Архімеда відбувається **плавання тіл**. Розглянемо тіло, яке плаває у рідині (наприклад, шмат криги у воді):



Тут m_T - маса тіла; $m_T \vec{g}$ - сила тяжіння, яка діє на тіло; $\vec{F}_{Арх}$ - сила Архімеда, яка діє на тіло. Тоді умова плавання тіла має вигляд:

$$m_T g = F_{Арх}$$

Також у рідині зменшується вага тіла. Якщо тіло знаходиться у рідині у спокої, то його вага дорівнює: $P = m_T g - F_{Арх}$.



Контрольні питання

1. Коли тіло знаходиться у рідині, яка з сил, діючих на тіло більша, діюча зверху чи знизу?
2. Чому сила, яка діє на тіло у рідині знизу більша ніж зверху?
3. Яку силу створює сума сил, які діють на тіло у рідині?
4. Як називається сила, яка діє на тіло у рідині?
5. За якою формулою можна знайти силу Архімеда?
6. Що таке ρ та V у формулі для сили Архімеда?
7. Сформулюйте закон Архімеда.
8. Чи діє сила Архімеда у газі? Чим вона відрізняється від сили Архімеда у рідині?
9. Дякуючи якій силі відбувається плавання тіл?
10. Який вигляд має умова плавання тіла?
11. Що відбувається з вагою тіла у рідині?
12. Чому дорівнює вага тіла у рідині?

Завдання

Завдання 1

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Сила Архімеда дорівнює

а) вазі рідини, в якій знаходиться тіло; б) вазі тіла в рідині; в) вазі рідини, яку виштовхує тіло; г) масі рідини, яку виштовхує тіло; д) вазі тіла, яке виштовхує рідину

Завдання 2

Оберіть вірну формулу для сили Архімеда:

а) mgV ; б) ρgV ; в) ρgh ; г) ρhV ; д) mgh

Завдання 3

Встановіть відповідність між пропущеними місцями та словами, які потрібно на них вставити, щоб утворився вірний вислів:

На тіло, яке ...(1)... у рідині, діє сила ...(2)..., яка дорівнює ...(3)... рідини, яку ...(4)... ...(5)...

а) Паскаля; б) масі; в) знаходиться; г) Архімеда; д) виштовхує; е) вазі; є) рідина; ж) тіло

Завдання 4

Оберіть вірний варіант закінчення вислову.

Плавання тіл відбувається завдяки дії

а) сили Паскаля; б) сили Ньютона; в) сили тяжіння; г) сили тиску; д) сили Архімеда.

Завдання 5

Встановіть відповідність між початком та кінцем висловлювання:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1) На тіло у рідині | а) спрямована вертикально вгору |
| 2) Виштовхуюча сила | б) сила тяжіння дорівнює силі Архімеда |
| 3) Вага тіла у рідині | в) діє сила Архімеда |
| 4) При плаванні тіла | г) сила тяжіння менша сили Архімеда |
| | д) зменшується |

ЛІНГВОКОМЕНТАР

Нові граматичні форми з дієсловами, які зустрічаються у тексті «Виштовхуюча сила Архімеда. Закон Архімеда»

Конструкції	Моделі
Що витісняє що <i>Н.в. + витісняє + 3.в. (O⁴)</i>	Тіло витісняє рідину.
Що плаває в чому <i>Н.в. + плаває + М.в. (O⁶)</i>	Тіло плаває у рідині.
Що відрізняється від чого <i>Н.в. + відрізняється + від Р.в. (O²)</i>	Сила у газі відрізняється від сили у рідині.

Список основних дієслів уроку:

витісняти І– витіснити(що?)ІІ

плавати (НДВ) І(у чому?)

відрізнятися (НДВ) І(від чого?)