

Урок 34 Рух рідини та газу. Підймальна сила крила

Мета уроку:

Навчальна: Формувати уявлення про закономірності руху рідини та газу в трубах різного перерізу, знання про закон Бернуллі та підйомну силу крила.

Розвивальна. Розвивати пізнавальні навички учнів.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Чому не можна стояти на пероні близько до потягу який швидко проїжджає повз вас?

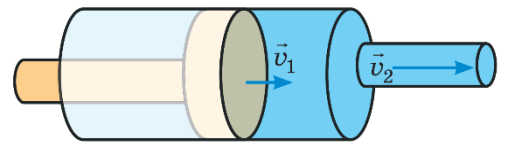
Яким фізичним ефектом користуються футболісти?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Рух рідини та газу

Проведемо дослід

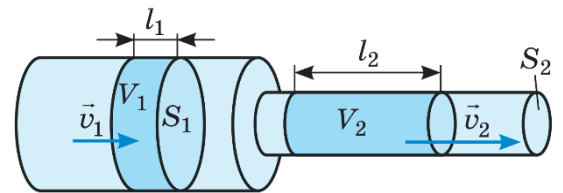
Візьмемо горизонтальну трубку, яка має різні поперечні перерізи та поршень (можна взяти шприц без голки). Наповнимо трубку водою і переміщуватимемо поршень із деякою незмінною швидкістю.



Чим менша площа перерізу трубки, тим швидше рухається рідина: $v_2 > v_1$

Розглянемо *стаціонарний потік ідеальної нестисливої рідини*, тобто потік, в кожній точці якого швидкість руху рідини не змінюється з часом, а сили тертя нехтовно малі.

Якщо рідина нестислива, а потік стаціонарний, то об'єми V_1 і V_2 рідини, що протікає через перерізи S_1 і S_2 за певний інтервал часу t , є однаковими: $V_1 = V_2$



$$V_1 = S_1 \cdot l_1 = S_1 \cdot v_1 t \quad V_2 = S_2 \cdot l_2 = S_2 \cdot v_2 t$$

$$S_1 \cdot v_1 t = S_2 \cdot v_2 t$$

Рівняння нерозривності струменя: $S_1 v_1 = S_2 v_2$

Чим менша площа перерізу, тим швидше рухається рідина.

2. Закон Бернуллі

Проблемне питання

• Як тиск усередині рідини залежить від швидкості її руху?

Швидкість течії в місці переходу з широкої частини труби у вузьку збільшується, тобто рідина прискорює свій рух. Наявність прискорення означає, що під час переходу на рідину діє деяка сила. Ця сила виникає внаслідок різниці тисків, тобто *тиск рідини в широкій частині труби (де швидкість течії менша) є більшим за тиск рідини у вузькій частині труби (де швидкість течії більша)*.

Першим цього висновку дійшов швейцарський фізик і математик Даніель Бернуллі (1700–1782), який установив закон, що стосується будь-якого стаціонарного потоку рідини

Закон Бернуллі:

Під час стаціонарного руху рідини тиск рідини є меншим там, де швидкість течії більша, і навпаки, тиск рідини є більшим там, де швидкість течії менша.

Проблемне питання

• Чому важко перепливати річку, яка містить ділянки з великою швидкістю течії? (поясніть, спираючись на закон Бернуллі)

3. Підймальна сила крила

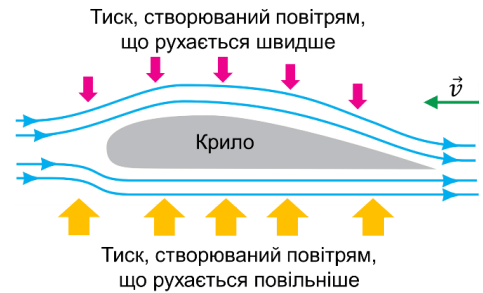
Проблемне питання

• Чому літають літаки?

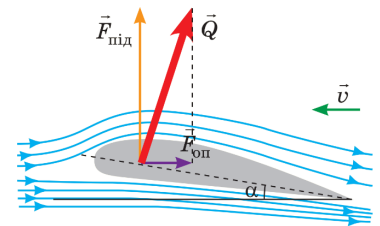
Літак утримується в повітрі завдяки силі тиску, яка й створює підймальну силу.

• Як пояснити виникнення підймальної сили?

Виникнення підймальної сили можна пояснити за допомогою закону Бернуллі, адже за певних умов повітряний потік можна розглядати як стаціонарний потік рідини. Під час польоту на крила літака увесь час набігає зустрічний потік повітря, і крила ніби «розрізають» його на дві частини: одна частина обтікає верхню поверхню крила, друга – нижню. Форма більшості крил така, що потік, який обтікає верхню (опуклу) частину крила, долає за той самий час більшу відстань (рухається з більшою швидкістю), ніж потік, який обтікає крило знизу. Відповідно до закону Бернуллі там, де швидкість потоку більша, тиск є меншим. Отже, сила тиску, що діє на крило зверху, менша від сили тиску, що діє на крило знизу.



Проте найважливіша причина утворення підймальної сили – це наявність *кута атаки* – нахилення крил літака під певним кутом до повітряного потоку. У такому випадку підймальна сила виникає як за рахунок зменшення тиску над крилом, так і за рахунок збільшення тиску під крилом. Завдяки наявності кута атаки в повітря піднімаються й літаки із симетричним профілем крила.

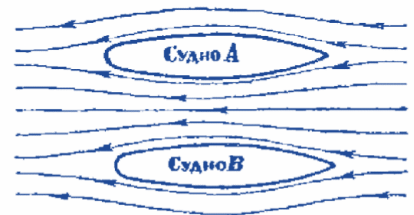


Різницю сил тисків називають *повною аеродинамічною силою*.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Чому притягуються два судна, які рухаються з великими швидкостями поряд одне з одним?

Коли два судна пливають паралельно один одному, між їх бортами виходить ніби водяний канал. У звичайному каналі стінки нерухомі, а рухається вода; тут же навпаки: нерухома вода, а рухаються стінки. За законом Бернуллі: під час стаціонарного руху рідини тиск рідини є меншим там, де швидкість течії більша, і навпаки, тиск рідини є більшим там, де швидкість течії менша.

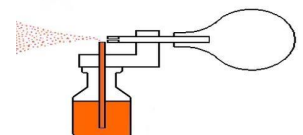


Потік води більш стиснутий в просторі між суднами, і швидкість води в цьому просторі більша, ніж по обидва боки суден. Тобто, боки суден, які поверненні один до одного, відчують з боку води менший тиск, ніж зовнішні частини суден.

2. Чому сильний ураганний вітер інколи зриває дахи будинків?

Згідно закону Бернуллі, тиск залежить від швидкості руху повітряних потоків. Тиск над дахом, де швидкість вітру більша, набагато менший ніж під дахом. Різниця тисків створює підймальну силу, яка і зносить дах.

Недарма люди, що живуть в регіонах, де дмуть сильні вітри, кажуть, що в старовинних будинках черепиця спеціально укладалася на даху так, щоб можна було у вітряну погоду зняти її «фрагмент» і створити тим самим регулюючий повітряний потік «віддушину», через яку повітря обдувало б дах не тільки зверху, але і знизу, завдяки чому «зрівнювалися» швидкості, а отже, і тиск на дах, з внутрішньої і зовнішньої сторін.



3. Поясніть, як працює пульверизатор.

Пульверизатор – це пристрій для розпилення рідини.

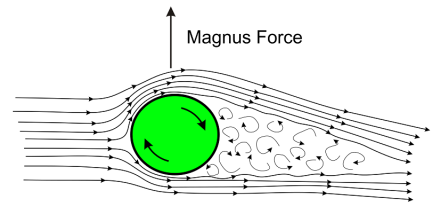
Принцип дії заснований на різниці тисків всередині посудини та зовні. Рідина з посудини піднімається по трубці, якщо тиск в ній менший за атмосферний або ж, якщо в посудині, наповненій рідиною тиск більший за атмосферний.

Найпростіший пульверизатор складається з двох вузьких трубок, з'єднаних між собою під прямим кутом так, що отвори їх звужених кінців знаходяться на дуже малій відстані один від одного (отвір горизонтальної, більш широкої трубки, розташований трохи вище отвору вертикальної). Вертикальна трубка вставляється в посудину, а через горизонтальну подається струмінь повітря. Відганяючи таким чином повітря, що знаходиться безпосередньо над вертикальною трубкою, зменшується тиск повітря у вертикальній трубці, та внаслідок цього піднімається по трубці рідина, яка далі розбризкується дрібними крапельками.

Ще один тип найпростішого пульверизатора влаштований так: в посудину через пробку вставлено дві трубки, одна з яких доходить майже до дна, а інша закінчується у його верхній частині. На кінець трубки, що виходить назовні надівається гумовий балон з клапанами, що нагнітає повітря в посудину. Через це збільшується тиск над поверхнею рідини і вона піднімається по першій трубці. Проходячи через вузький зовнішній отвір розлітається дрібними бризками.

4. Чому м'яч, якому надано обертання, змінює траєкторію свого руху? До речі, це явище називають ефектом Магнуса.

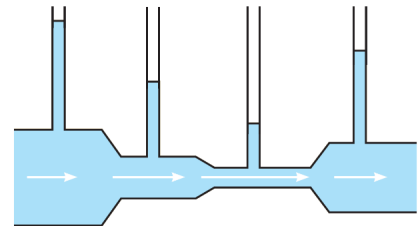
Ефект Магнуса – виникнення поперечної сили, яка діє на тіло, що обертається в потоці рідини (газу), який набігає на нього. Ця поперечна сила направлена завжди з тієї сторони тіла, на якій напрям обертання і напрям потоку протилежні, в ту сторону, на якій ці напрями збігаються.



Об'єкт, який обертається, створює в середовищі навколо себе вихровий рух. З одного боку об'єкта напрямом вихору збігається з напрямком оточуючого потоку і, відповідно, швидкість руху середовища з цього боку збільшується. З іншого боку об'єкта напрямом вихору протилежний напрямку руху потоку, і швидкість руху середовища зменшується. Зважаючи на ці різниці швидкостей виникає різниця тисків, що породжує поперечну силу від тієї сторони тіла, що обертається, на якій напрям обертання і напрям потоку протилежні, до тієї сторони, на якій ці напрями збігаються. Таке явище часто застосовується в спорті.

5. Ви добре знаєте, що нерухома однорідна рідина в сполучених посудинах встановлюється на одній висоті. Чому, якщо рідина рухається, рівні рідини в сполучених посудинах є різними?

Рідину прокачують горизонтальною трубою, а її рівень у відкритих вертикальних трубках дозволяє визначати тиск усередині рідини. Як бачимо, у найвузчій ділянці труби, де швидкість руху рідини найбільша, тиск дійсно найменший.



Якщо збільшити швидкість руху рідини, то тиск у найвузчій частині труби стане ще меншим. Його можна зробити меншим від навколишнього (атмосферного) тиску. Тоді рідина вже не підніматиметься у відповідній вертикальній трубці; через цю трубку потік рідини засмоктуватиме бульбашки повітря та відноситиме їх. За таким принципом діють водоструминні насоси.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Доведіть, що швидкість течії є більшою у вузчій частині труби.
2. Поясніть закон Бернуллі на основі закону збереження механічної енергії.
3. Завдяки чому виникає підіймальна сила крила літака?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 18, Вправа № 18 (6), Експериментальні завдання (1, 2)