

Рух рідин та газів. Рівняння Бернуллі. Залежність тиску рідини від швидкості її течі. Застосування закону Бернуллі в техніці

Автор: Семенюк Людмила Дмитрівна

Урок: Рух рідин та газів. Рівняння Бернуллі. Залежність тиску рідини від швидкості її течії. Застосування закону Бернуллі в техніці.

Мета: поглибити знання учнів з означеної теми, продовжити формування у них навичок розв'язання проблемних ситуацій інтерактивними методами, зосередити увагу на застосуванні закону Бернуллі в техніці, природі, побуті.

Хід уроку

I. Актуальність теми.

Знання законів збереження дозволяє нам познайомитись з основними закономірностями руху рідин і газів, який досить часто зустрічається в природі і техніці: рух повітря в земній атмосфері; води в руслах річок, озерах, морях; води, нафти, газу в трубопроводах, крові в кровоносних судинах; поживних соків в капілярах рослин і т.д.

II. Створення проблемної початкової ситуації.

Дослід 1: кулька для настільного тенісу втягується в трубку повітродувки, причому трубка опущена вниз (можна працювати з паперовим ковпачком, що втягується в скляну лійку).

Чому кулька не випадає з трубки?

Здається, вона навпаки повинна обов'язково виштовхнутись. На це питання нам дасть змогу відповісти рівняння Бернуллі.

III. Рівняння Бернуллі.

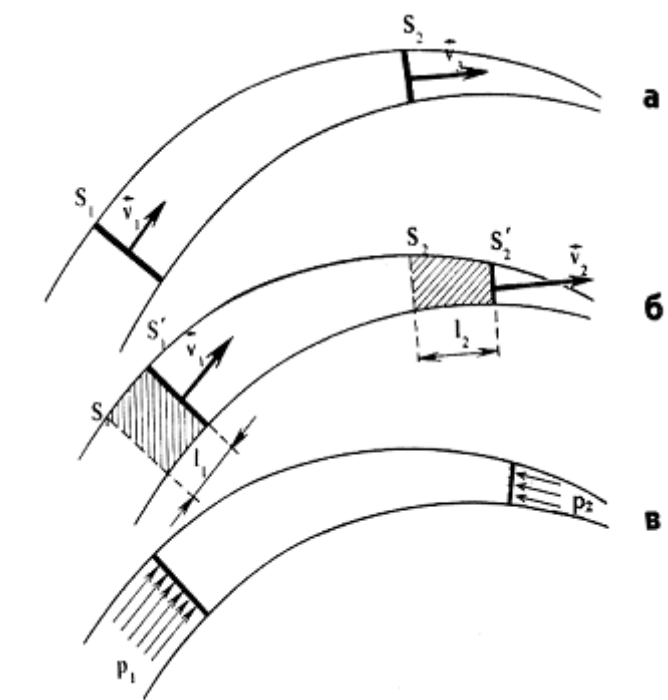
На попередньому уроці ми отримали рівняння Бернуллі і рівняння нерозривності потоку рідини.

Вперше закон Бернуллі було відкрито академіком Петербурзької Академії наук швейцарським фізиком Даніілом Бернуллі (1700-1762).



Згадаємо, що рух рідини ми вважали таким, що тертям між прошарками рідини, а також між стінками труби можна знехтувати. Така рідина називається **ідеальною**. Вона вважається **нестисливою**. При **стаціонарній** течії рідин поле швидкостей, а отже і лінії току не змінюються з часом.

Згадаємо з учнями та аналізуємо рівняння Бернуллі. Розглянемо частину рідини, обмежену перерізами S_1 і S_2 . Через деякий малий проміжок часу t рідина займає нове положення між перерізами S'_1 і S'_2 .



Повна робота зовнішніх сил:

$$A = p_1 S_1 \cdot v_1 \cdot t - p_2 S_2 \cdot v_2 \cdot t = (p_1 - p_2) \cdot \frac{\Delta m}{\rho};$$

Зміна механічної енергії системи:

$$\Delta E = \Delta m g h_2 + \frac{\Delta m v_2^2}{2} - \Delta m g h_1 - \frac{\Delta m v_1^2}{2};$$

За законом збереження і перетворення механічної енергії

$$\Delta E = A$$

отже:

$$p + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const}$$

(Можна згадувати формулу і без виводу).

Якщо труба горизонтальна, то

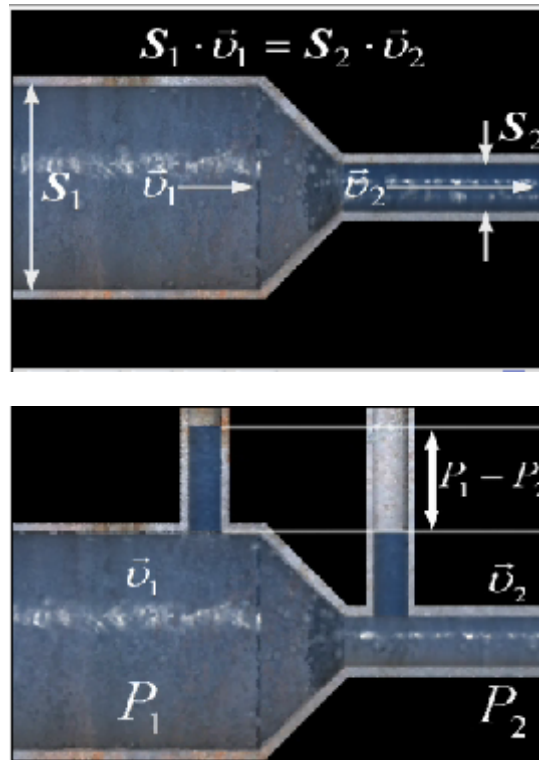
$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} \quad (\text{т.я. } h_1 = h_2)$$

Висновок: в тих частинах потоку, де швидкість руху більша, тиск менший, а там, де швидкість менша, тиск більший.

IV. Комп'ютерний та реальний експеримент. Створення проблемних ситуацій.

Дослід 2. Розглядаємо інтерактивну модель:

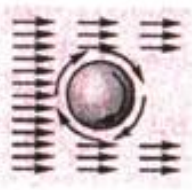
труба з змінним перерізом, причому можна за нашим бажанням змінювати діаметр труб.



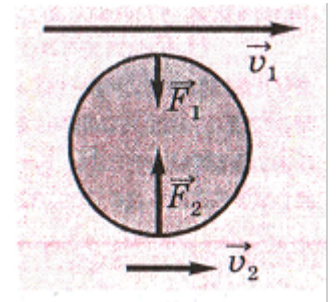
Дослід 3. Дуємо зверху і листок підіймається, дуємо між листки паперу і вони зближаються.

Чому?

Дослід 4. Тенісна кулька „зависає” у потоці повітря від повітродувки. Чому кулька утримується в потоці повітря? Чому підкручений м’яч летить інакше? (ефект Магнуса).



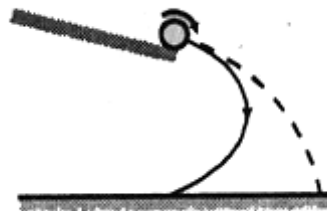
Нехай м’яч обертається в набігаючому потоці повітря так, як показано на рисунку. При обертанні м’яч захоплює прилеглі до нього шари повітря.



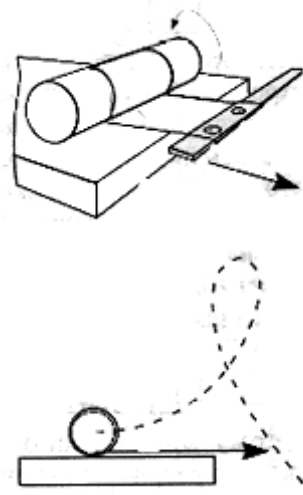
Тому результуюча швидкість повітря над м’ячем більша, ніж під м’ячем. Отже, відповідно до закону Бернуллі, тиск над м’ячем буде менший, ніж під м’ячем. Внаслідок цього рівнодійна сил тиску, прикладених до м’яча, буде направлена угору, тобто перпендикулярно до потоку.



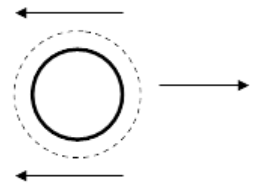
Дослід 5. Скокування паперового циліндра з похилої площини.



Дослід 6. Злітання циліндра.

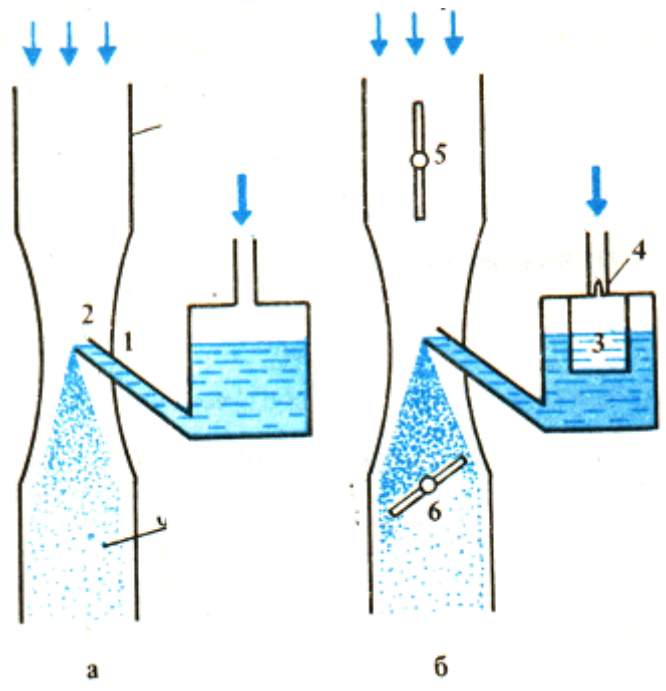


Поблизу поверхні циліндра, завдяки силі тертя, повітря починає рухатися, як зображено на малюнку пунктирними стрілками. У результаті цього швидкість повітря відносно циліндра знизу менша, ніж зверху. Отже, тиск повітря знизу буде підвищеним, і циліндр піднімається вгору. З часом енергія циліндра втрачається і підймальна сила стає меншою за силу тяжіння. Циліндр починає падати.

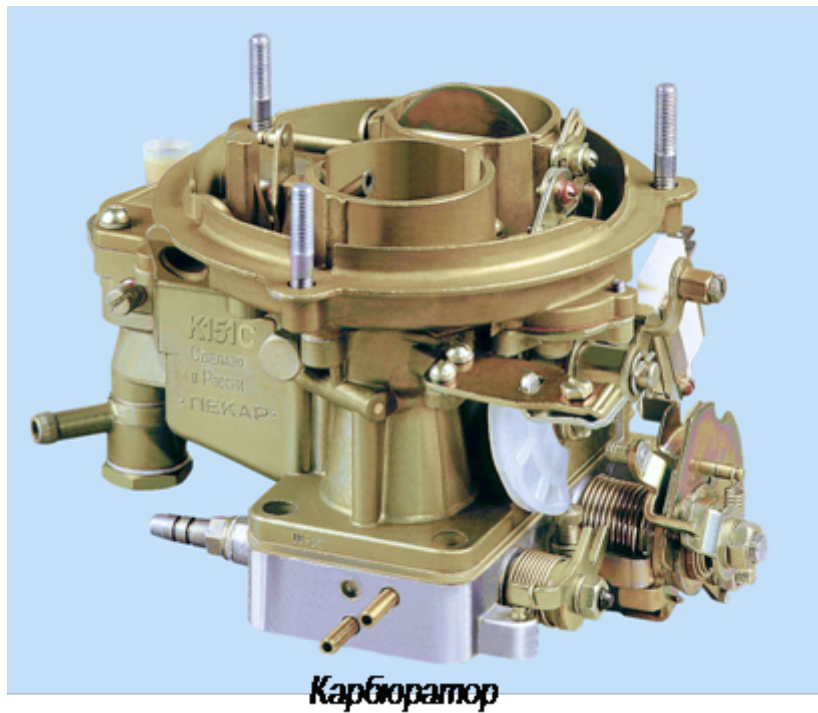
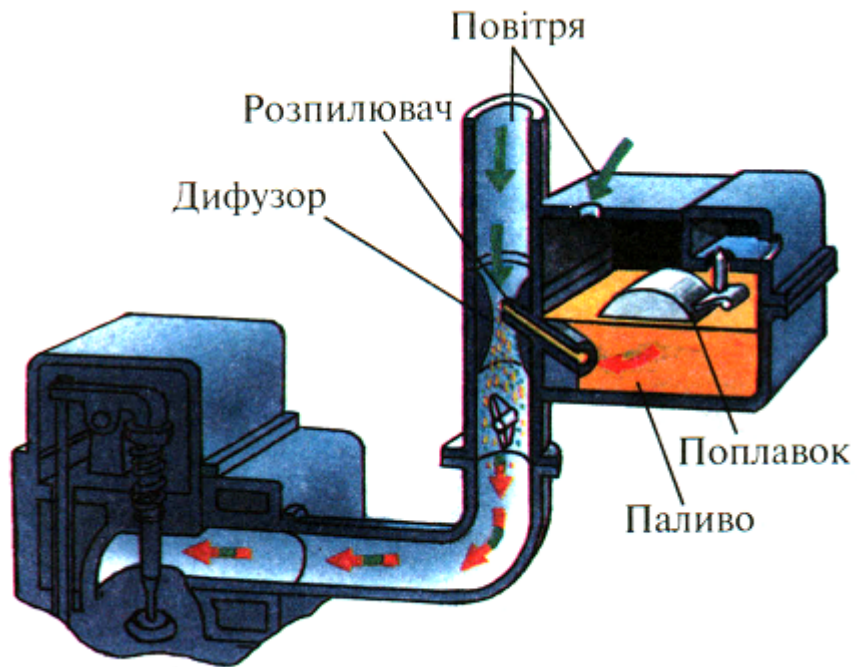


Малюнок **водоструменевого насосу** на дошці. Аналіз його роботи.

Спрощена схема карбюратора. Аналіз його роботи

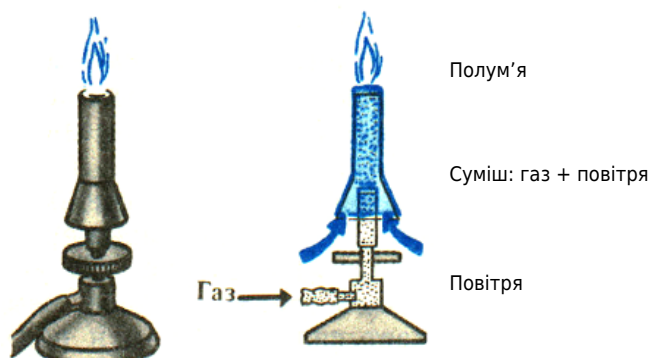


Принцип дії карбюратора



Малюнок газової горілки на дошці.

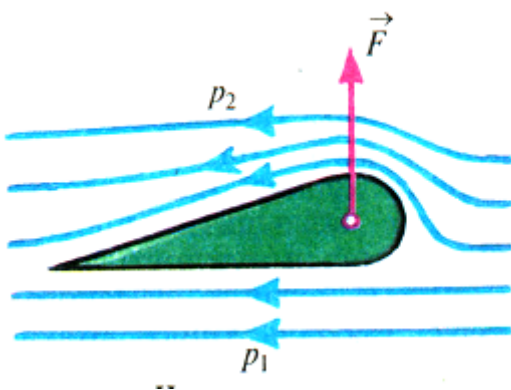
Аналіз її роботи.



Інтерактивна модель: підймальна сила крила літака.

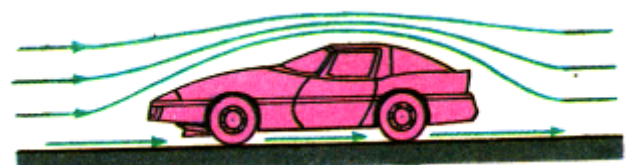


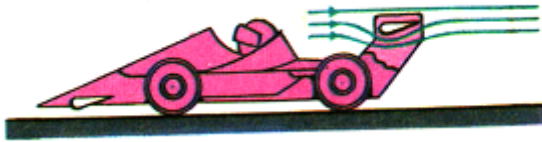
Гелікоптер



Над верхньою частиною крила швидкість повітря більша, ніж під нижньою.
Тому $p_2 < p_1$.
Так виникає підймальна сила крила.

На автомобіль, що рухається, діє підймальна сила, яка ускладнює керування автомобілем





Антикрило на швидкісних автомобілях зменшує підймальну силу, яка діє на корпус.

Згадуємо про **початкову проблемну ситуацію** і обговорюємо її.

V. Підсумки уроку.

Виставляємо оцінки в електронний журнал.

Домашнє завдання. §51, 52 (повт.), §53

№28.5, 28.6, 28.10. Збірник задач. Фізика 9кл.

Гельфгат І.М., Ненашев І.Ю.