

## Умови плавання тіл.

### Плавання однорідних тіл

Подивіться на рисунок: гарне явище — айсберг, що плаває в океані. Однак чи знаєте ви, що нашим очам з'являється лише 1/10 частина всього айсберга, а 9/10 — сховані водою. Але якщо у воді буде плавати колода, то вона буде занурена приблизно до половини — гляньте на рисунок. Чому ж вода приховує від нас тільки половину колоди, а айсберг — майже цілком? Спробуємо з'ясувати.



Оскільки на будь-яке тіло, що перебуває в рідині, діють дві сили:

$F_T$ , — сила тяжіння, спрямована вертикально вниз, і  $F_A$  — виштовхувальна сила, спрямована вертикально угору, то поведіння тіла в рідині буде залежати від співвідношення цих сил. Якщо ці сили рівні, тобто  $F_T = F_A$ , то тіло перебуватиме в рівновазі всередині рідини — тіло плаває.

- Якщо сила ваги більше виштовхувальної сили, тобто  $F_T > F_A$ , то тіло тоне.
- Якщо сила ваги менше виштовхувальної сили, тобто  $F_T < F_A$ , то тіло спливає.

Для суцільного однорідного тіла (зробленого з однієї речовини або матеріалу)  $m = \rho_T V$ , де  $V$  — об'єм тіла,  $\rho_T$  — його густина, тому  $F_T = \rho_T Vg$ . Виштовхувальна ж сила, якщо тіло занурене в рідину повністю, дорівнює  $F_A = \rho_p gV$ , де  $\rho_p$  — густина рідини.

Порівняйте тепер вирази для сили ваги  $F_T$  й виштовхувальної сили  $F_A$ , — ви побачите, що вони відрізняються тільки тим, що в перший з них входить густина  $\rho_T$ , тіла а в другий — густина рідини  $\rho_p$ . Звідси одержуємо умови плавання однорідних суцільних тіл:

- якщо  $\rho_T > \rho_p$ , то  $F_T > F_A \Rightarrow$  тіло тоне,
- якщо  $\rho_T < \rho_p$ , то  $F_T < F_A \Rightarrow$  тіло спливає,
- якщо  $\rho_T = \rho_p$ , то  $F_T = F_A \Rightarrow$  тіло перебуває в рівновазі.
-

## Плавання суцільних тіл на поверхні води

А тепер відповімо на запитання: чому соснова колода плаває, поринувши приблизно наполовину, а айсберг плаває, занурившись у воду майже повністю?

Знайдемо, яка частина об'єму плаваючого тіла занурена у воду. Позначимо об'єм усього тіла  $V$ , а об'єм зануреної у воду частини тіла  $V'$ . Умова плавання тіла:  $mg = F_A$  або  $\rho_T Vg = \rho_B V'g$ . Звідси випливає, що  $\frac{V'}{V} = \frac{\rho_T}{\rho_B}$ . Це співвідношення й дає відповідь на поставлені вище питання.

Наприклад, плаває на поверхні соснова колода. Тоді,  $V' = \frac{\rho_T}{\rho_B} V = \frac{400}{1000} V = 0,4 V$ , тобто соснова колода плаває, поринувши у воду на 0,4 свого об'єму. А от, якщо у воді плаває крижина, то  $V' = \frac{900}{1000} V = 0,9 V$ , тому тільки одна десята всього об'єму айсберга височіє над поверхнею води, а дев'ять десятих його об'єму ховаються під водою. Тому айсберги дуже небезпечні для судів.

## Плавання судів

Пластинка з жерсті або фольги тоне у воді. Але, якщо додати фользі форму коробки (або кораблика), то коробка буде плавати. Це явище лежить в основі будови сучасних судів, для виготовлення яких використовуються різні матеріали. Корпус корабля звичайно роблять зі сталевих листів, всі внутрішні кріплення, що надають судам міцність, також виготовляють із металів.



На спорудження судів ідуть десятки інших матеріалів, що мають, порівняно з водою, як більшу, так і меншу густину. Але за рахунок того, що об'єм судна досить великий, його середня густина менше густини води. Завдяки цьому й виникає більша виштовхувальна сила.

Найбільша глибина, на яку може поринути судно при повному завантаженні (його осадка), відзначається на корпусі судна особливою лінією, що одержала назву *ватерлінії*.



За висотою ватерлінії над поверхнею води завжди можна визначити, завантажене судно чи йде порожняком.



- Масу води, що витісняється повністю завантаженим кораблем, називають **водотонажністю судна**.

Водотонажність судна збігається з його власною масою (разом з вантажем) і звичайно виражається в тонах. Наприклад, водотонажність танкера-гіганта становить більше 640 тис. тон.

- *Водотонажність океанського пасажирського лайнера — десятки тисяч тон, а невеликої яхти — кілька тон.*

Вантажопідйомність судна дорівнює різниці між водотонажністю судна й масою цього судна без вантажу. Вантажопідйомність показує вагу вантажу, перевезеного судном.

## Повітроплавання

Як відомо, на тіло, що перебуває в газі, діє виштовхувальна сила, що дорівнює вазі газу в об'ємі тіла.

Існування цієї виштовхувальної сили наочно доводять повітряні кулі. Саме вона й тримає ці кулі в повітрі, урівноважуючи силу тяжіння.

Кулі, наповнені нагрітим повітрям, зручні тим, що температуру повітря в них, а отже, і виштовхувальну силу, можна регулювати за допомогою газового пальника, розташованого під отвором, що знаходиться в нижній частині кулі. Можна підібрати таку температуру, за якої вага кулі й кабіни дорівнюватиме виштовхувальній силі, тоді куля повисає в повітрі, і з неї легко проводити спостереження.



Повітряна куля може піднімати деякий вантаж: кабіну, людей і прилади.



- Різниця між вагою  $1 \text{ м}^3$  повітря й вагою такого ж об'єму газу називають **піднімальною силою**.

Для зручності розраховують піднімальну силу, що відноситься до об'єму  $1 \text{ м}^3$ .

Наприклад, водень об'ємом  $1 \text{ м}^3$  важить при нормальному тиску  $0,9 \text{ Н}$ , повітря такого ж об'єму важить  $13 \text{ Н}$ . Отже, піднімальна сила  $1 \text{ м}^3$  водню дорівнює  $12,1 \text{ Н}$ . Піднімальна сила  $1 \text{ м}^3$  гелію дорівнює  $11,2 \text{ Н}$  ( $13 \text{ Н} - 1,8 \text{ Н}$ ). Піднімальна сила водню більше піднімальної сили гелію, але для наповнення повітряних куль зручніший гелій, тому що він не горить і тому безпечніший.