

Фізика. Підготовка до ЗНО

Гідростатика

1. ТИСК

Гідроаеростатика — розділ механіки, який вивчає рівноважний стан рідини або газу.

Величина, яка дорівнює відношенню сили, що діє перпендикулярно до поверхні, до площі цієї поверхні, називається тиском:

$$p = \frac{F_{\perp}}{S}.$$

Одиниця тиску — паскаль (Па):

$$[p] = 1 \text{ Па} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}.$$

Паскаль — тиск, який створює нормальна сила 1 Н на площину 1 м².

2. ЗАКОН ПАСКАЛЯ

Закон Паскаля: тиск, здійснюваний на рідину або газ, які замкнуті в закритій посудині, передається у всіх напрямках без змін.

3. ГІДРОСТАТИЧНИЙ ТИСК

Гідростатичний тиск — тиск, обумовлений вагою стовпа рідини. Збільшується з глибиною і залежить від густини рідини:

$$p = \rho_p g h.$$

Якщо рідина перебуває під зовнішнім тиском p_0 (наприклад під тиском повітря), то тиск усередині рідини на глибині h дорівнює (рис. 1):

$$p = p_0 + \rho_p g h.$$

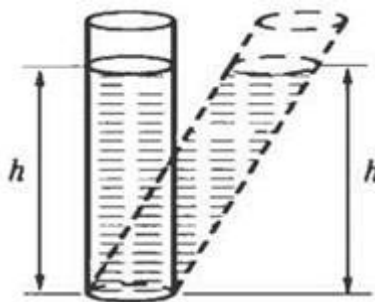


Рис.1

4. СПОЛУЧЕНІ ПОСУДИНИ

При будь-якій формі посудин, які містять однорідну рідину, поверхні рідини установлюються на одному рівні (рис. 2).

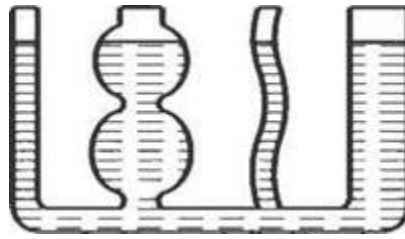
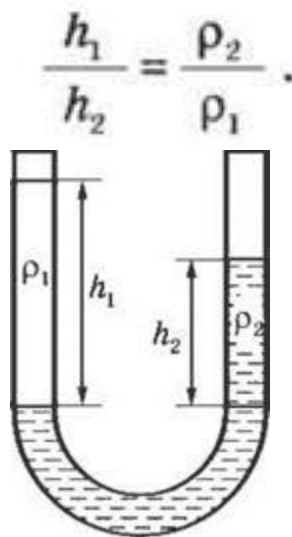


Рис. 2

У посудинах з різнорідними незмішуваними рідинами висота стовпів над рівнем розділу цих рідин обернено пропорційна їхнім густинам. Рідина з більшою густиною завжди опускається на дно (рис. 3):



5. ГІДРОСТАТИЧНИЙ ПАРАДОКС

Тиск на дно в посудинах (рис. 4) однаковий:

$$p = \rho_p g h,$$

але вага води в першій посудині більша, ніж у третій; у другій — менша, ніж у третій. Чому?

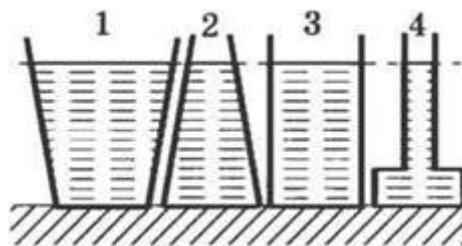


Рис. 4

У першій посудині сила реакції опори стінок урівноважує частину ваги рідини, а у другій посудині сила реакції опори стінок збільшує силу тиску на дно.

У четвертій посудині тиск тонкого вертикального стовпа за законом Паскаля передається на дно (рис. 5):

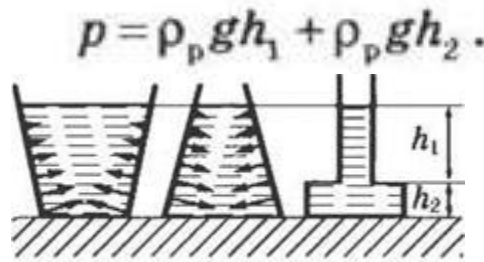


Рис. 5

6. ГІДРАВЛІЧНА МАШИНА

Гідравлічна машина дає вигрaш у силі у стільки разів, у скільки площа її більшого поршня більша за площу меншого поршня (рис. 6):

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

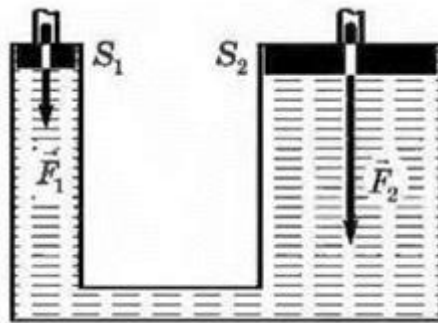


Рис. 6

7. ЗАКОН АРХІМЕДА

Закон Архімеда: на тіло, занурене у рідину або газ, діє виштовхувальна сила, яка за модулем дорівнює силі тяжіння рідини (або газу), зайнятої тілом.

Виштовхувальна сила називається архімедовою силою:

$$F_A = \rho_p g V_{\text{занур. тіла}}.$$

Архімедова сила прикладена до центра ваги (маси) витісненої тілом рідини. Вона зумовлена різницею тисків на верхню та нижню поверхню тіла, при цьому атмосферний тиск взаємно компенсується.

8. УМОВИ ПЛАВАННЯ ТІЛ

Поведінка тіла	Тіло	
	неоднорідне	однорідне
Тоне	$F_A < mg$	$\rho_t > \rho_p$
Спливає	$F_A > mg$	$\rho_t < \rho_p$
Плаває всередині рідини	$F_A = mg$	$\rho_t = \rho_p$
Плаває на поверхні рідини (часткове занурення)	$F_A = mg$	$\rho_t < \rho_p$

Плавання суден.

Важкі вантажі та двигуни розташовуються у нижній частині судна, щоб центр ваги 2 був нижче від точки прикладення архімедової сили 1, що забезпечує стійкість судна (при нахилі судна $\vec{F}_A$ і mg стають парою сил, які повертають судно у вертикальне положення) (рис. 7).

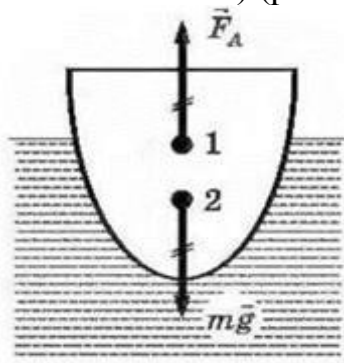


Рис. 7

Вага води, витискувана судном до ватерлінії (найбільша допустима осадка, відзначена на корпусі червоною лінією), яка дорівнює силі тяжіння, що діє на судно з вантажем, називається водотоннажністю судна.

Якщо від водотоннажності відняти вагу самого судна, то дістанемо вантажопідйомність судна:

$$P_{\text{водотон}} - P_{\text{с}} = P_{\text{вант.}}$$

Різниця між вагою 1 м³ повітря і вагою того самого об'єму іншого газу називається підйомною силою 1 м³ газу:

$$F_{\text{під}} = P_{\text{пов}} - P_{\text{газу}}, \quad F_{\text{під}} = (\rho_{\text{пов}} - \rho_{\text{газу}}) g V_{\text{газу}}.$$

Визначення густини тіла методом гідростатичного зважування:

$$\rho_t = \frac{P}{P - P'} \rho_{\text{рід}},$$

де P і P' — вага тіла відповідно в повітрі та в рідині.