

Виртуальный курс физики

МЕХАНИКА

Механика жидкостей и газов. Задачи для самостоятельного решения



МЕХАНИКА

Механика жидкостей и газов

Рекомендации по решению задач

При решении задач, в которых рассматривается равновесие жидкостей и газов, следует придерживаться такой последовательности:

- а) выполнить рисунок, отражающий условие задачи, и показать на нем границы раздела жидкостей, а также все уровни жидкости, при которых она находится в равновесии;
- б) выбрать нулевой уровень, относительно которого отсчитывается высота столбов жидкостей, при этом его рекомендуется проводить по самой нижней границе раздела сред;
- в) записать условие равновесия жидкости.

При решении задач, в которых рассматривается выталкивающее действие жидкости на тела, погруженные в эту жидкость, следует придерживаться схемы решения задач, принятой в статике, с учетом силы Архимеда.

Основные законы и соотношения

$p = \frac{F_n}{S}$ – давление, создаваемое нормальной составляющей силы F_n , равномерно распределенной по поверхности площадью S .

$p = p_0 + \rho gh$ – давление внутри жидкости; ρgh – гидростатическое давление, зависящее от плотности жидкости ρ и глубины h .

$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$, где h_1 и h_2 – высота столбов жидкостей в сообщающихся сосудах с плотностями ρ_1 и ρ_2 .

$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$, где F_1 и F_2 – силы, действующие на поршни прессы площадью S_1 и S_2 .

$F_A = \rho_{\text{ж}} g V$ – выталкивающая сила, действующая со стороны жидкости плотностью $\rho_{\text{ж}}$ на объем V , погруженной в нее части тела.

Задачи для самостоятельного решения

1. Радиус дна цилиндрической банки равен 0,2 м. Какое давление на дно банки оказывает налитый в нее керосин массой 2 кг? Плотность керосина равна 8 г/см^3 .

Ответ: 156 Па.

2. Гидравлический пресс заполнен маслом, которое под давлением 10^6 Па действует на круглый поршень диаметром 0,1 м. С какой силой масло давит на поршень.

Ответ: 7850 Н.

3. Какую высоту имеет столб ртути в трубке Торричелли на некоторой высоте, на которой атмосферное давление равно 68 кПа? Плотность ртути составляет $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: 0,5 м.

4. Какая сила давления действует на монету диаметром 2 см, лежащую на дне водоема глубиной 5 м? Плотность воды равна 1 г/см^3 , атмосферное давление – 760 мм рт. ст.

Ответ: 46,8 Н.

5. Цилиндр с газом закрыли невесомым поршнем, который может перемещаться без трения. Закрытый цилиндр опустили в воду на глубину 20 м в вертикальном положении. Найти давление газа, если плотность воды равна 1 г/см^3 , а атмосферное давление составляет 95 кПа.

Ответ: 295 Па.

6. Сосуд с газом имеет форму куба с ребром 0,1 м. Давление газа равно 25 кПа. Атмосферное давление составляет 99 кПа. Найти силу, действующую на одну грань куба.

Ответ: 750 Н.

7. Плита массой 100 кг оказывает на горизонтальную поверхность давление, равное $2 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Определить площадь соприкосновения плиты с поверхностью.

Ответ: $0,49 \text{ м}^2$.

8. Железобетонная плита площадью 3 м^2 давит на грунт с силой, равной $6 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Определить массу плиты.

Ответ: 1,8 т.

9. Вода, плотность которой равна 1 г/см^3 , налита в стеклянную трубочку до уровня $0,1 \text{ м}$. Какое давление оказывает вода на дно трубочки в положении, при которой она отклонена от вертикали на угол 30° ?

Ответ: 865 Па .

10. В узкую трубочку налита вода до уровня $0,1 \text{ м}$. Если трубочку наклонить на некоторый угол от вертикали, давление на ее дно уменьшится вдвое. На какой угол наклонена трубочка?

Ответ: 60° .

11. В один из сообщающихся сосудов с водой долили 100 г воды. Насколько повысился уровень воды в сосудах, если площадь сечения каждого из них равна 10 см^2 , а плотность воды 1000 кг/м^3 ?

Ответ: $0,05 \text{ м}$.

12. В U-образную трубку налита ртуть. Затем в одно из колен ее наливают масло, а в другое – воду. Границы раздела ртути с маслом и водой оказались на одном уровне. Определить высоту столба воды, если высота столба масла равна 20 см , а его плотность составляет $0,9 \text{ г/см}^3$.

Ответ: $0,18 \text{ м}$.

13. В двух сообщающихся сосудах разного диаметра находится ртуть. После того как в узкий сосуд долили масла с плотностью 800 кг/м^3 , уровень ртути в широком сосуде повысился на 7 мм . Определить отношение диаметров сосудов, если высота столба масла составляет $0,6 \text{ м}$, а плотность ртути равна $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: 4 .

14. Стеклянная трубка с площадью дна, равной 10 см^2 , сообщается с помощью тонкого шланга с другой трубкой вдвое меньшего диаметра. Определить высоту столба воды в широкой трубке, если в систему налито $0,5 \text{ л}$ воды. Обе трубки располагаются на одном горизонтальном уровне.

Ответ: $0,4 \text{ м}$.

15. В два одинаковых сообщающихся сосуда, поперечное сечение каждого из которых равно 10 см^2 , налита ртуть. Сколько граммов воды необходимо долить в один из сосудов, чтобы уровень ртути в другом поднялся на 1 см ? Плотность ртути равна $13,6 \text{ г/см}^3$, а плотность воды составляет 10^3 кг/м^3 .

Ответ: 272 г .

16. В закрытое колено U-образной трубки налита ртуть. Давление воздуха в этом колене на 63 кПа меньше атмосферного. В открытое колено налита вода. Определить высоту столба воды, если уровни жидкостей в обоих сосудах одинаковы. Плотность ртути равна $13,6 \text{ г/см}^3$, а плотность воды – 10^3 кг/м^3 .

Ответ: 0,5 м.

17. В колене U-образной трубки площадью сечения 1 см^2 содержится ртуть. Поверх ртути налили 7,2 г воды, а затем 20 г бензина. На сколько сантиметров уровень жидкости в одном колене будет выше, чем в другом? Плотность ртути равна $13,6 \text{ г/см}^3$, плотность воды – 10^3 кг/м^3 , а плотность бензина – $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: 30,2 см.

18. В сообщающихся сосудах находится ртуть. Поверх ртути в оба сосуда наливается керосин. При этом высота большего столба керосина в одном сосуде составляет 0,48 м, а разность уровней ртути в сосудах оказалась равной 0,02 м. Найти высоту керосина во втором сосуде. Плотность керосина равна 800 кг/м^3 , а плотность ртути – $13,6 \text{ г/см}^3$.

Ответ: 14 см.

19. Малый поршень гидравлического пресса под действием груза массой 10,2 кг за один ход опускается на 20 см, а большой за это время поднимается на 1 см. С какой силой пресс сжимает тело?

Ответ: 10 кН.

20. В сообщающиеся сосуды налита ртуть с плотностью ρ_{Hg} , которая занимает объем, равный V_{Hg} . Затем в одно из колен налили воду с плотностью $\rho_{\text{в}}$, в которую опустили железный шарик массой m . На какой высоте установится ртуть в другом сосуде? Сечение сосудов равно S .

Ответ: $h = m + \rho_{\text{Hg}} V / (2\rho_{\text{в}} S)$.

21. В два сообщающихся сосуда наливают ртуть. Сечение одного из них вдвое больше другого. Широкий сосуд доливают до края водой. На какую высоту поднимется при этом ртуть в другом сосуде, если первоначальный уровень ее в этом сосуде находился на расстоянии h_1 от верхнего края широкого сосуда? Плотность ртути и воды считать известными и равными ρ_{Hg} и $\rho_{\text{в}}$.

Ответ: $h = 2 \rho_{\text{Hg}} h_1 / (3\rho - \rho_0)$.

22. С помощью гидравлического пресса за 10 ходов поднимают 2 т груза. При этом совершается работа, равная 40 Дж. При выполнении одного хода груз поднимался на 0,1 м. Во сколько раз различаются площади поршней пресса?

Ответ: в 490 раз.

23. Тело массой 150 кг и объемом 200 дм^3 плавает на поверхности воды, плотность которой 1 г/см^3 , и вытесняет при этом 150 л воды. Найти силу Архимеда, действующую на тело.

Ответ: 1500 Н.

24. В воде с плотностью 10^3 кг/м^3 плавает деревянный брусок, погруженный на $0,1 \text{ м}^3$. Чему равна действующая на брусок сила Архимеда?

Ответ: 1000 Н.

25. Площадь поперечного сечения незагруженного судна на уровне воды равна 3000 м^2 . После погрузки судно осело на 2 м. Найти массу груза. Плотность воды равна 10^3 кг/м^3 .

Ответ: 6000 кг.

26. Вес тела в воде, плотность которой равна 1 г/см^3 , в пять раз меньше, чем в вакууме. Найти плотность тела.

Ответ: 1250 кг/м^3 .

27. Полый свинцовый шар массой 5,25 кг плавает в воде, погруженный наполовину. Определить объем полости. Плотность воды и свинца равна соответственно 1000 и 10500 кг/м^3 .

Ответ: $4,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$.

28. Сплошной однородный шар плавает на границе раздела керосина и воды. При этом 30 % от всего объема шара находится в керосине. Найти плотность шара. Плотность воды равна 1 г/см^3 , а плотность керосина – 800 кг/м^3 .

Ответ: 940 кг/м^3 .

29. Тело располагается на границе раздела двух жидкостей с плотностями ρ_1 и ρ_2 . При этом объем тела, находящийся в первой жидкости, равен V_1 , а объем тела, находящегося во второй, – V_2 . Найти действующую на тело силу Архимеда.

Ответ: $g(\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2)$.

30. Тело плотностью ρ плавает на границе раздела двух жидкостей. Верхний слой жидкости имеет плотность ρ_1 , а нижний – ρ_2 . Какая часть объема тела находится в верхнем слое жидкости.

Ответ: $\frac{\rho - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2}$.

31. Доска толщиной 5 см плавает в воде, погруженная в нее наполовину. Поверх воды выливается слой керосина толщиной 1 см. Насколько доска будет выступать над слоем керосина. Плотность воды равна 1 г/см^3 , плотность керосина – 800 кг/м^3 .

Ответ: 1,3 см.

32. Вес однородного тела в воздухе равен $16,8 \text{ Н}$, а вес его в воде – 10 Н . Чему равна плотность тела?

Ответ: 2500 кг/м^3 .

33. Воздушный шар объемом 300 м^3 совершает полет на одной высоте. Если с шара сбросить балласт, он поднимется на высоту, на которой плотность воздуха уменьшается вдвое. Объем шара при этом увеличится до 450 м^3 . Найти массу сброшенного балласта. Температуру воздуха принять равной 273 К .

Ответ: 97 кг.

34. Тело, имеющее форму куба с длиной ребра, равной $0,1 \text{ м}$, плавает в ртути, которая покрыта слоем воды. При этом верхняя грань куба совпадает с уровнем свободной поверхности воды. Определить толщину слоя воды. Плотность ртути равна $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, а плотность воды – 1 г/см .

Ответ: 4,6 см.

35. Тело массой 400 г и объемом 10^{-3} м^3 плавает в жидкости с плотностью $1,2 \text{ г/см}^3$, а тело массой 300 г и объемом $0,015 \text{ м}^3$ плавает в жидкости плотностью 1000 кг/м^3 . Определить разность сил Архимеда, действующих на эти тела.

Ответ: 1 Н .

36. Шарик, подвешенный на пружине, опущен в воду. Натяжение пружины стало меньше в два раза. Чему равна плотность шарика, если плотность воды составляет 10^3 кг/м^3 ?

Ответ: 2000 кг/м^3 .

37. Шарик из материала с плотностью, в четыре раза меньшей плотности воды, падает в воду с высоты 1,2 м. На какую глубину он погрузится? Сопротивление воды считать равным нулю.

Ответ: 0,4 м.

38. В цилиндрический сосуд с водой опущена железная коробочка, в результате чего уровень воды в сосуде поднялся на 2 см. Плотность железа составляет $7,8 \text{ г/см}^3$. Насколько опустится уровень воды, если коробочку утопить?

Ответ: на 1,74 см.