

Плавание тел

Содержание

1	Всероссийская олимпиада школьников по физике	1
2	Московская олимпиада школьников по физике	4
3	«Физтех»	10
4	«Росатом»	10
5	«Курчатов»	11

ЗАДАЧА 1. Какая часть объёма ледяного айсберга находится под водой? Плотность льда $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$.

$$\frac{V_{\text{под}}}{V_{\text{над}}} = \frac{\rho_{\text{льда}}}{\rho_{\text{воды}}}$$

ЗАДАЧА 2. Пять одинаковых деревянных кубиков склеены в параллелепипед $1 \times 1 \times 5$. Когда параллелепипед плавает в воде в вертикальном положении, под водой находятся в точности три кубика. Найдите плотность жидкости, в которой параллелепипед будет плавать так, что погружёнными окажутся в точности четыре кубика.

$$\rho_{\text{жидкости}} = 0,8 \rho_{\text{кубика}}$$

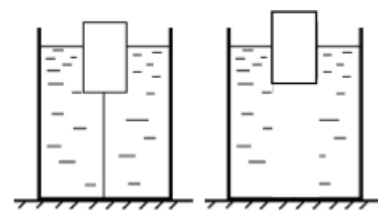
1 Всероссийская олимпиада школьников по физике

ЗАДАЧА 3. (Всеросс., 2020, ШЭ, 8) Поплавок плавает сначала в воде, а потом в керосине. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность керосина $\rho_{\text{к}} = 800 \text{ кг/м}^3$.

1. Найдите отношение $\frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{к}}}$, где $V_{\text{в}}$ — объём погружённой части поплавка в воде, $V_{\text{к}}$ — объём погружённой части поплавка в керосине.
2. Чему равна сила Архимеда, действующая на поплавок, когда он плавает в воде, если масса поплавка 50 г? Ускорение свободного падения 10 Н/кг. Ответ укажите в ньютонах и округлите до десятых долей.

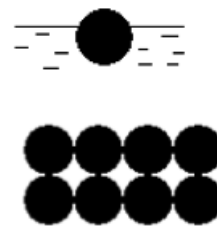
$$\frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{к}}} = 0,8$$

ЗАДАЧА 4. (Всеросс., 2018, ШЭ, 8) В цилиндрическом сосуде с водой находится частично погружённое в воду тело, привязанное натянутой нитью ко дну сосуда. При этом тело погружено в воду на две трети своего объёма. Если перерезать нить, то тело всплывёт и будет плавать погружённым в воду наполовину. На сколько при этом изменится уровень воды в сосуде? Масса тела $m = 30 \text{ г}$, плотность воды $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$, площадь дна сосуда $S = 10 \text{ см}^2$.



$$\Delta h = \frac{S \Delta \rho}{\rho_{\text{воды}}} = 0,5 \text{ см}$$

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 2018, МЭ, 8) Однородное цилиндрическое бревно, имеющее радиус $R = 20$ см, плавает в воде, причём над поверхностью воды выступает $1/4$ его объёма. Из 8 таких же брёвен связали плот (см. рисунок). На какую высоту выступает над водой плавающий плот?



20 см

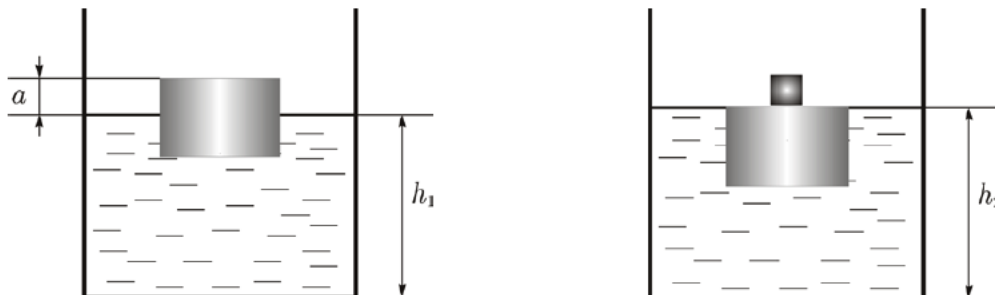
ЗАДАЧА 6. (Всеросс., 2013, МЭ, 8) Школьница Алиса проводит опыты с глубоким и широким сосудом, имеющим форму прямоугольного параллелепипеда. В сосуде находится неизвестная жидкость. Алиса аккуратно кладёт в сосуд на поверхность жидкости кубики одинакового объёма 1 дм^3 . Сначала в сосуд был помещён кубик массой $0,4 \text{ кг}$ — после этого уровень жидкости в сосуде поднялся на 5 мм . Затем Алиса положила в сосуд кубик массой $0,6 \text{ кг}$ — уровень жидкости после этого поднялся ещё на $7,5 \text{ мм}$. Наконец, при погружении в сосуд кубика массой 1 кг подъём уровня жидкости составил ещё 10 мм . Найдите плотность жидкости и площадь дна сосуда.

$8'0 \text{ г/см}^3$ и 1000 см^2

ЗАДАЧА 7. (Всеросс., 2015, МЭ, 8–10) В воде плавает пустая плоская прямоугольная коробочка (без крышки) с площадью поперечного сечения 100 см^2 . После того как в середину коробочки положили брусок объёмом 75 см^3 , она погрузилась ещё на 3 см . Определите плотность бруска. Какую плотность должен иметь брусок объёмом 150 см^3 , чтобы коробочка с одним таким бруском утонула? Масса коробочки 100 г , а её высота 13 см . Плотность воды 1000 кг/м^3 .

4 г/см^3 ; не менее 8 г/см^3

ЗАДАЧА 8. (Всеросс., 2016, МЭ, 8–9) Деревянный цилиндр плавает в цилиндрическом сосуде с водой, как показано на рисунке слева, выступая на $a = 60 \text{ мм}$ над уровнем жидкости, который равен $h_1 = 300 \text{ мм}$. На верхнюю поверхность цилиндра ставят алюминиевый кубик так, что цилиндр полностью погружается в воду (верхняя поверхность цилиндра совпадает с уровнем воды, рисунок справа). При этом уровень воды в сосуде становится равным $h_2 = 312 \text{ мм}$. Затем сосуд слегка толкнули, кубик съехал с поверхности цилиндра и утонул. Найдите уровень воды h_3 , который установился после этого в сосуде. Плотность воды $\rho_0 = 1,0 \text{ г/см}^3$, плотность алюминия $\rho_1 = 2,7 \text{ г/см}^3$.

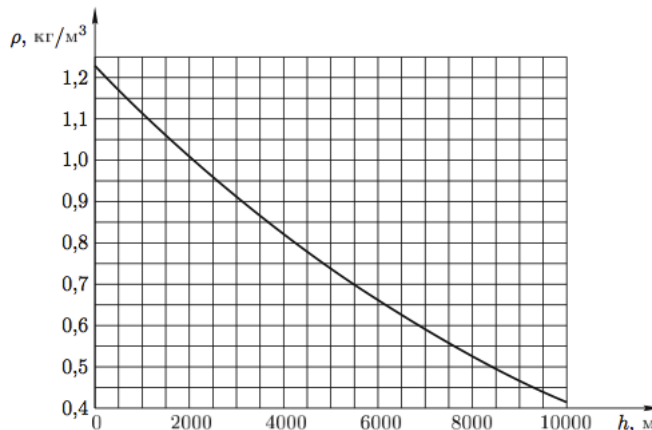


$h_3 \approx 304,4 \text{ мм}$

ЗАДАЧА 9. (Всеросс., 2017, МЭ, 8) На середину плоской льдины толщиной $H = 60$ см, плавающей в воде, ставят маленький медный кубик, в результате чего глубина погружения льдины увеличивается на $\Delta h = 0,5$ см. Чему станет равна глубина $H_{\text{п}}$ погружения этой льдины, если на её середину вместо медного кубика поставить железный кубик с вдвое большей стороной? Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность меди $\rho_{\text{м}} = 8900$ кг/м³, плотность железа $\rho_{\text{ж}} = 7800$ кг/м³.

№ 975 см

ЗАДАЧА 10. (Всеросс., 2007, ОЭ, 8) Профессор Глюк, стоя на берегу моря, решил запустить воздушный шар объёмом $V = 30$ л. Масса оболочки шара $m = 0,02$ кг. Глюк наполнил шар гелием при нормальном давлении. Найдите высоту подъёма воздушного шара, если плотность гелия при нормальных условиях $\rho = 0,18$ г/л. Объём шара при подъёме не меняется. Зависимость плотности воздуха от высоты над уровнем моря представлена на рисунке.

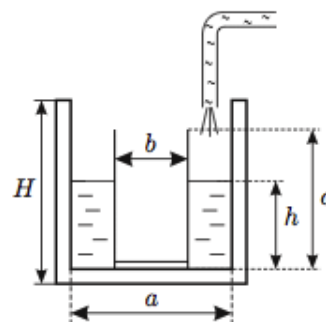


№ 0028

ЗАДАЧА 11. («Максвелл», 2012, 8) Два одинаковых размеров бруска, имеющих форму прямоугольных параллелепипедов, плавали в воде так, что их наибольшие грани были параллельны поверхности воды. Один из брусков был изготовлен из сосны плотностью $\rho_{\text{с}} = 0,4$ г/см³, а другой из бука. Бруски вынули из воды, и ту их часть, которая выступала из воды, отпилили и удалили. Получившиеся бруски опять погрузили в воду. Оказалось, что теперь части брусков, выступающие из воды, были одинаковой высоты. Какой была плотность бука $\rho_{\text{б}}$? Плотность воды $\rho_0 = 1,0$ г/см³.

№ 014 г/л иги 9'0 см/л 4'0

ЗАДАЧА 12. («Максвелл», 2013, 8) На дне сосуда квадратного сечения (ширина внутренней стороны сосуда $a = 6$ см, высота $H = 20$ см) стоит узкий длинный тонкостенный стакан квадратного сечения с толстым дном (длина внешней стороны $b = 4$ см, высота $c = 10$ см; см. рисунок). Масса стакана $M = 100$ г. В пространство между стенками цилиндра и стакана тонкой струйкой начинают наливать воду. Её расход $\mu = 2$ г/с. Изобразите на графике, как зависит высота h уровня воды в сосуде от времени t . Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Дно сосуда шероховатое, поэтому вода может подтекать под стакан, однако объём подтекающей под стакан воды пренебрежимо мал.



См. конец листа

ЗАДАЧА 13. («Максвелл», 2016, РЭ, 8) Куб из однородного материала плавает, погружившись на глубину h в жидкость. На какую глубину H в этой же жидкости погрузится куб, имеющий вдвое бóльшую плотность и вдвое бóльшую длину ребра?

$$\rho_2/v > \rho \text{ и } \rho_2 = 2\rho, \quad \rho_2 H = \rho h$$

2 Московская олимпиада школьников по физике

ЗАДАЧА 14. (МОШ, 2006, 7) Во льдах Арктики в центре небольшой плоской льдины площадью $S = 70 \text{ м}^2$ стоит белый медведь массой $m = 700 \text{ кг}$. При этом надводная часть льдины выступает над поверхностью воды на высоту $h = 10 \text{ см}$. На какой глубине под водой находится нижняя поверхность льдины? Плотность воды $\rho_в = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность льда $\rho_л = 900 \text{ кг/м}^3$.

$$\rho_л S h = \frac{\rho_в (V - Sx)}{\rho_л} = x$$

ЗАДАЧА 15. (МОШ, 2008, 7) Поплавок для рыболовной удочки имеет объем $V = 5 \text{ см}^3$ и массу $m = 2 \text{ г}$. К поплавку на леске прикреплено свинцовое грузило, и при этом поплавок плавает, погружившись на половину своего объёма. Найдите массу грузила M . Плотность воды $\rho_в = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность свинца $\rho_с = 11300 \text{ кг/м}^3$.

$$\rho_в V/2 \approx \left(m + \frac{\rho_с V}{\rho_в} \right) \frac{\rho_в - \rho_л}{\rho_л} = M$$

ЗАДАЧА 16. (МОШ, 2009, 7) У школьника Андрея есть стеклянная пробирка массой $M = 80 \text{ г}$ и вместительностью $V = 60 \text{ мл}$. Он опустил пробирку в цилиндрический сосуд с водой и постепенно насыпал на дно пробирки песок до тех пор, пока она не погрузилась в воду по горлышко (см. рисунок). Затем Андрей измерил массу песка, находившегося в пробирке в этот момент, и она оказалась равной $m = 12 \text{ г}$. Внутренний радиус сосуда, в который опущена пробирка, равен $R = 5 \text{ см}$. Плотность воды равна $\rho_в = 1 \text{ г/см}^3$. Определите по этим данным плотность стекла пробирки и вычислите, на сколько поднялся уровень воды в сосуде в результате погружения пробирки в воду.



$$\rho_л \frac{M}{\rho_л} \approx \frac{\rho_в V}{\rho_л} = \rho_л V \left(\frac{\rho_в - \rho_л}{\rho_л} \right) = d$$

ЗАДАЧА 17. (МОШ, 2010, 7) В известном мультфильме про Винни-Пуха есть явное несоответствие: Винни-Пух надувает воздушный шарик обычным воздухом и взлетает на нём. Для того, чтобы воздушный шарик поднимался (а тем более поднимал Винни-Пуха), нужно, чтобы он был наполнен лёгким газом, плотность которого меньше плотности окружающего воздуха. Можно предположить, что Винни-Пух надувает шарик тёплым воздухом, плотность которого, как известно, меньше плотности холодного. Рассчитайте, каким должен быть в этом случае минимальный необходимый для подъёма объём шарика, если плотность тёплого воздуха внутри шарика $\rho_1 = 1,13 \text{ кг/м}^3$, плотность холодного воздуха снаружи $\rho_2 = 1,29 \text{ кг/м}^3$, а масса Винни-Пуха $m = 5 \text{ кг}$.

$$\rho_2 V = \frac{\rho_1 V + m}{\rho_2} = A$$

Задача 18. (МОШ, 2011, 7) В Интернете сейчас можно найти видеозаписи различных физических опытов, в частности, такого: группа студентов напускает в большое корыто до краёв какой-то тяжёлый газ из баллона, а потом кладёт на поверхность этого газа в корыте модель корабля, согнутую из алюминиевой фольги, и этот «корабль» плавает! Потом студенты зачерпывают ковшиком газ из корыта, переливают его внутрь «корабля», и он тонет. Найдите, какой минимальной плотностью должен обладать этот тяжёлый газ, чтобы в нём мог плавать «корабль» в форме прямоугольного параллелепипеда (с открытым верхом), согнутый из бытовой алюминиевой фольги толщиной 25 мкм. Размеры «корабля»: длина — 50 см, ширина — 20 см, высота бортов — 10 см. Считать, что лишние куски, образовавшиеся при сгибании параллелепипеда из листа фольги, удалены. Плотность алюминия равна $2,7 \text{ г/см}^3$, плотность воздуха равна $1,3 \text{ кг/м}^3$.

$$\rho_{\text{газ}} \geq 2,7 \text{ г/см}^3$$

Задача 19. (МОШ, 2016, 7) В цилиндрический стакан до половины налили зелёную жидкость, которая не смешивается и никак не реагирует с водой, после чего отметили на стенке уровень жидкости. Затем в стакан опустили маленький кусочек льда (объём кусочка гораздо меньше объёма жидкости). При этом уровень зелёной жидкости в стакане поднялся на величину x . После того, как весь лёд растаял, уровень зелёной жидкости над начальной отметкой составил y . Постройте график зависимости отношения y/x от плотности ρ зелёной жидкости.

$$\frac{y}{x} = \frac{\rho_{\text{лед}}}{\rho_{\text{жидк}}}$$

Задача 20. (МОШ, 2008, 8) Парафиновая свечка горит так, что её длина уменьшается со скоростью $u = 5 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$, а испаряющийся парафин полностью сгорает, не стекая вниз. Свечка плавает в широком сосуде с водой. Её слегка поддерживают в вертикальном положении, чтобы она не опрокидывалась. С какой скоростью v свечка движется относительно сосуда во время сгорания? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность парафина $\rho_{\text{п}} = 900 \text{ кг/м}^3$.

$$v = u \cdot \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{п}}} = 0,5 \text{ м/с}$$

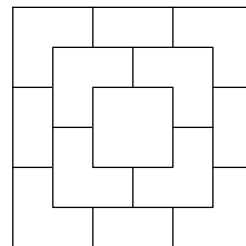
Задача 21. (МОШ, 2011, 8) Парафиновая свеча имеет цилиндрическую форму с площадью поперечного сечения $S = 1 \text{ см}^2$. Длина свечи $L = 20 \text{ см}$. Если такая свеча горит на подсвечнике, то время её горения $T = 3 \text{ часа}$. На одном конце такой свечи подожгли фитиль, а к другому её концу прилепили стальной шарик диаметром $D = 7 \text{ мм}$. Свечу опустили в воду, и она, горя, некоторое время плавала в вертикальном положении, не касаясь дна сосуда. Сколько часов она горела? Плотность парафина $\rho_{\text{п}} = 0,9 \text{ г/см}^3$, плотность стали $\rho_{\text{с}} = 7,8 \text{ г/см}^3$, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \text{ г/см}^3$. Объём шара радиусом R равен $\frac{4}{3}\pi R^3$.

$$t = \frac{L}{v} = \frac{L}{u} \left(\frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{п}}} - 1 \right) = 1,5 \text{ часа}$$

Задача 22. (МОШ, 2011, 8) Однажды зимой рыболов пробурил лунку во льду на поверхности озера и обнаружил, что вода в лунке находится на глубине $h = 18 \text{ см}$, если отсчитывать от поверхности льда на озере. Расстояние от лунки до ближайшей точки берега озера во много раз больше, чем толщина слоя льда и радиус лунки. Вычислите толщину H слоя льда, считая её одинаковой на всей поверхности озера. Плотность воды равна $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность льда равна $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$. Массой снега, рыболова и всех других объектов на поверхности озера пренебречь.

$$H = \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}} - \rho_{\text{в}}} h = 1,8 \text{ м}$$

Задача 23. (МОШ, 2013, 8) Из одинаковых кубиков строят объёмную пирамидку из десяти рядов, верхние три ряда которой изображены на рисунке (вид сверху). Кубики жёстко скреплены между собой.



Если эту пирамидку опустить в сосуд с бензином, плотность которого равна $\rho_1 = 0,8 \text{ г/см}^3$, то она будет плавать, погружаясь в бензин ровно на три нижних ряда.

Определите плотность жидкости, в которой эта пирамидка будет плавать, погружаясь ровно на один нижний ряд.

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} \approx 0,961$$

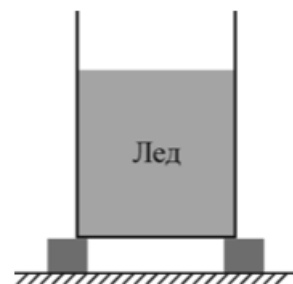
Задача 24. (МОШ, 2014, 8) Из тонкой оболочки поверхностной плотности $\sigma = 50 \text{ г/м}^2$ изготовили воздушный шар. При каких значениях радиуса R он сможет подняться в воздух плотностью $\rho_{\text{в}} = 1,3 \text{ кг/м}^3$? Считайте, что шар наполняется гелием, плотность которого $\rho_{\text{г}} = 0,18 \text{ кг/м}^3$. Объём шара радиусом R составляет $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, а площадь его поверхности равна $S = 4\pi R^2$.

$$R \geq \frac{3\sigma}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{г}}} \approx 13,4 \text{ см}$$

Задача 25. (МОШ, 2015, 8) Кубик из пластилина с длиной ребра 4 см, в котором есть внутренняя полость, держится в жидкости на плаву, погружаясь в неё на $1/24$ своего объёма. Если этот пластилиновый кубик смять и снова вылепить из него кубик, но уже без полости, то новый кубик тоже держится на плаву, погружаясь на $8/9$ своего объёма. Считая, что при плавании верхняя грань кубика без полости горизонтальна, найдите, на сколько миллиметров он выступает из жидкости. Плотность пластилина при лепке не меняется.

$$x \approx 1,6 \text{ мм}$$

Задача 26. (МОШ, 2015, 8) Цилиндрическая бочка с тонкими гладкими вертикальными металлическими стенками, в которую наливают воду для полива растений на даче, имеет радиус $R = 28,5 \text{ см}$. Бочка установлена на подставках (см. рисунок) так, что между её дном и землёй имеется слой воздуха. Осенью в бочке случайно оставили некоторое количество воды, и когда начались заморозки, вода медленно замёрзла (бочка при этом не деформировалась). Высота уровня льда в бочке оказалась равной $h = 70 \text{ см}$. Потом наступила оттепель, воздух прогрелся, и лёд нагрелся до температуры $t = 0^\circ\text{C}$ одновременно со всех сторон (сверху, снизу и с боковой поверхности). Затем лёд начал таять, и за время $T = 1$ час растаяло $n = 2\%$ от всей массы льда. Чему будет равна высота уровня воды в бочке (считая от дна) через первый час таяния, и чему — через второй час таяния? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$.



$$H = \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} h = 63 \text{ см}$$

Задача 27. (МОШ, 2016, 8–9) Алюминиевый шарик с герметичной внутренней полостью аккуратно опустили в измерительный цилиндр, заполненный водой. При этом объём вытесненной жидкости был равен 18 мл. Затем этот же шарик аккуратно опустили в измерительный цилиндр, заполненный керосином. В этом случае объём вытесненной жидкости равнялся 20 мл. Найдите массу шарика, его объём и объём полости.

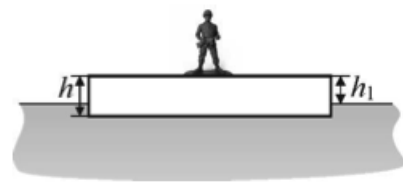
Плотность алюминия $\rho_0 = 2,7 \text{ г/см}^3$, воды $\rho_1 = 1,0 \text{ г/см}^3$, керосина $\rho_2 = 0,8 \text{ г/см}^3$. Шарик не касался стенок цилиндра, уровень жидкости в цилиндре всегда был в несколько раз больше диаметра шарика.

$$18 \text{ г}; 20 \text{ см}^3; \approx 13,3 \text{ см}^3$$

Задача 28. (МОШ, 2017, 8) Пробка плавает сначала в воде, а потом в масле. В каком случае объём погружённой части пробки больше, и во сколько раз? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \text{ г/см}^3$, плотность масла $\rho_{\text{м}} = 0,9 \text{ г/см}^3$.

Во втором случае больше в 10/9 раз

Задача 29. (МОШ, 2019, 8) Ученик 8-го класса решил экспериментально проверить закон Архимеда, который он изучил раньше, когда учился в седьмом классе. Он взял прямоугольный лист пенопласта толщиной $h = 11 \text{ см}$ и положил его на поверхность воды. Затем ученик поставил на пенопласт оловянного солдатика и измерил высоту верхней грани листа над поверхностью воды, которая оказалась равной $h_1 = 8 \text{ см}$. Когда ученик поставил на пенопласт второго такого же солдатика, высота верхней грани листа над поверхностью воды стала равной $h_2 = 7 \text{ см}$. Найдите по результатам этого опыта отношение n массы пенопласта к массе солдатика.



$$n = \frac{2h - h_1}{h - h_2} = n$$

Задача 30. (МОШ, 2014, 7–9) В сосуде площадью поперечного сечения 2 дм^2 плавает шайба площадью $0,85 \text{ дм}^2$ и высотой 5 см . Шайба выступает из воды на $0,3 \text{ см}$, а расстояние между нижней гранью шайбы и дном сосуда составляет 12 см . Когда в сосуд дополнительно налили масло, верхняя грань шайбы оказалась в точности на уровне масла, а толщина слоя масла составила 4 см . Плотность воды 1000 кг/м^3 .

А) Найдите объём воды в сосуде. Ответ представьте в литрах и округлите до второй значащей цифры.

В) (8–9) Найдите массу шайбы. Ответ представьте в граммах и округлите до второй значащей цифры.

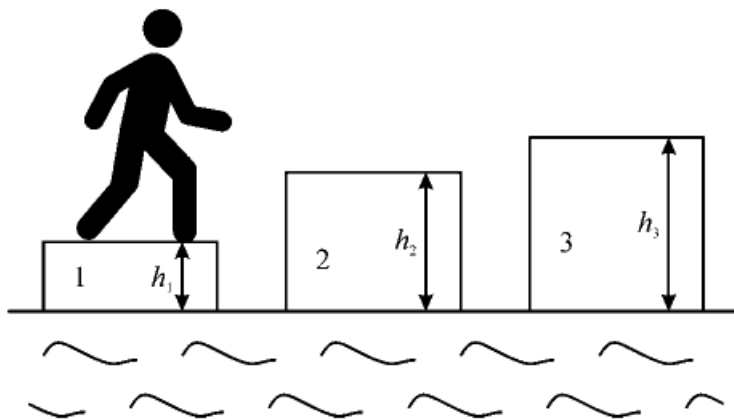
С) Найдите расстояние от нижней грани шайбы до дна сосуда после доливания масла. Ответ представьте в сантиметрах и округлите до третьей значащей цифры.

Д) Найдите объём масла, долитого в сосуд. Ответ представьте в литрах и округлите до второй значащей цифры.

Е) (8–9) Найдите отношение плотности масла к плотности воды. Ответ округлите до второй значащей цифры.

$$\text{A) } 2,9; \text{ B) } 400; \text{ C) } 14,1; \text{ D) } 0,46; \text{ E) } 0,93$$

Задача 31. (МОШ, 2017, 8) В солёном океане плавают три небольших айсберга 1, 2 и 3, как показано на рисунке (масштабы соблюдены не везде). Каждый из них имеет форму прямоугольного параллелепипеда. На айсберге 1 стоит человек. Площади поверхностей верхних граней у этих айсбергов одинаковы, а высоты надводных частей равны $h_1 = 5$ см, $h_2 = 10$ см и $h_3 = 12$ см соответственно. Когда человек перешёл с айсберга 1 на айсберг 2, то при равновесии поверхности айсбергов 1 и 2 оказались на одинаковой высоте над уровнем воды. После этого человек перешёл с айсберга 2 на айсберг 3. Определите, какими после этого стали высоты надводных частей каждого из айсбергов, когда вновь наступило равновесие.



7,5 см, 10 см и 9,5 см

Задача 32. (МОШ, 2014, 7–9) В сосуде площадью поперечного сечения 2 дм^2 плавает шайба площадью $0,85 \text{ дм}^2$ и высотой 5 см. Шайба выступает из воды на 0,3 см, а расстояние между нижней гранью шайбы и дном сосуда составляет 12 см. Когда в сосуд дополнительно налили масло, верхняя грань шайбы оказалась в точности на уровне масла, а толщина слоя масла составила 4 см. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

А) Найдите объём воды в сосуде. Ответ представьте в литрах и округлите до второй значащей цифры.

В) (8–9) Найдите массу шайбы. Ответ представьте в граммах и округлите до второй значащей цифры.

С) Найдите расстояние от нижней грани шайбы до дна сосуда после доливания масла. Ответ представьте в сантиметрах и округлите до третьей значащей цифры.

Д) Найдите объём масла, долитого в сосуд. Ответ представьте в литрах и округлите до второй значащей цифры.

Е) (8–9) Найдите отношение плотности масла к плотности воды. Ответ округлите до второй значащей цифры.

А) 2,9; В) 400; С) 14,1; Д) 0,46; Е) 0,93

Задача 33. (МОШ, 2019, 8) Ареометр — прибор для измерения плотности жидкостей, принцип работы которого основан на законе Архимеда. Обычно он представляет собой трубку, в нижней части которой помещён груз (см. рис.). Верхняя часть ареометра — цилиндр, на который нанесена шкала, проградуированная в значениях плотности. Считается, что ареометр изобрела Гипатия Александрийская — знаменитая женщина-учёный древности. Рассмотрим конструкцию самодельного ареометра для измерения плотности молока (лактометра). Плотность молока варьируется в пределах от минимального значения $\rho_1 = 1015 \text{ кг/м}^3$ до максимального $\rho_2 = 1040 \text{ кг/м}^3$. Разность максимального и минимального значения много меньше среднего значения, благодаря чему шкала такого лактометра линейна. Для изготовления лактометра взяли твёрдую цилиндрическую пластиковую трубку с внешним диаметром $d = 16 \text{ мм}$, внутрь которой снизу поместили груз и закрыли нижний конец заглушкой. Снаружи вся конструкция выглядит как цилиндр, а её общая масса равна $m = 40 \text{ г}$. На расстоянии $h_0 = 20 \text{ см}$ от нижнего конца трубки нанесли первое деление, которое соответствовало некоторой плотности ρ_0 , немного меньшей ρ_1 . Вниз от первого деления стали наносить другие деления, расстояние между которыми было равно $\Delta h = 1 \text{ мм}$.



1. Чему равна цена деления $\Delta\rho$ такого прибора?
2. Чему равна плотность ρ_0 , соответствующая первому делению?
3. Какое минимальное число N делений нужно нанести, чтобы измерять плотность молока во всём диапазоне значений от ρ_0 до ρ_2 ?

$$\Delta\rho \approx \rho_0 + \frac{d\rho}{dh} \Delta h = N \left(\frac{d\rho}{dh} \right) \Delta h = \frac{0,4 \rho_0 d}{4} = 0,1 \rho_0 \left(\frac{d\rho}{dh} \right) \Delta h \approx d\rho \quad (1)$$

Задача 34. (МОШ, 2014, 8–10) В цилиндрическом стакане, наполненном водой (плотность воды $1,00 \text{ г/см}^3$), плавает кусочек пробки массой 18 г (плотность пробки $0,24 \text{ г/см}^3$). Площадь поперечного сечения стакана 40 см^2 .

- А) Найдите объём пробки. Ответ представьте в кубических сантиметрах и округлите до целых.
- В) Найдите объём подводной части пробки. Ответ представьте в кубических сантиметрах и округлите до целых.
- С) Груз какой максимальной массы можно положить на пробку, чтобы пробка ещё могла оставаться на плаву? Ответ выразите в граммах и округлите до целых.
- Д) На пробку сверху положили гайку массой 20 г . Пробка осталась на плаву, причем гайка не коснулась воды. На сколько миллиметров поднялся уровень воды в стакане? Ответ округлите до десятых.

$$\text{A) } 75; \text{ B) } 18; \text{ C) } 57; \text{ D) } 5$$

ЗАДАЧА 35. (МОШ, 2014, 8–10) В цилиндрическом стакане, наполненном водой (плотность воды $1,00 \text{ г/см}^3$), плавает кусочек пробки массой 18 г (плотность пробки $0,24 \text{ г/см}^3$). Площадь поперечного сечения стакана 40 см^2 .

А) Найдите объём пробки. Ответ представьте в кубических сантиметрах и округлите до целых.

В) Найдите объём подводной части пробки. Ответ представьте в кубических сантиметрах и округлите до целых.

С) Груз какой максимальной массы можно положить на пробку, чтобы пробка ещё могла оставаться на плаву? Ответ выразите в граммах и округлите до целых.

Д) На пробку сверху положили гайку массой 20 г . Пробка осталась на плаву, причем гайка не коснулась воды. На сколько миллиметров поднялся уровень воды в стакане? Ответ округлите до десятых.

(A) 75; (B) 18; (C) 57; (D) 5

3 «Физтех»

ЗАДАЧА 36. («Физтех», 2014, 8) В стакане с морской (солёной) водой плавает кусок пресного льда. Как изменится уровень воды в стакане, когда лёд растает?

Повысится

ЗАДАЧА 37. («Физтех», 2014, 9) В стакане с пресной водой плавает кусок дерева, к которому приклеен кусочек сахара. Как изменится уровень воды в стакане, когда сахар растворится?

Понижится

4 «Росатом»

ЗАДАЧА 38. («Росатом», 2011, 7–8) Буратино массой 40 кг сделан из дерева, его плотность $0,8 \text{ г/см}^3$. Утонет ли Буратино в воде, если к его ногам привязать кусок стального рельса массой 20 кг ? Считать, что плотность стали в 10 раз больше плотности воды.

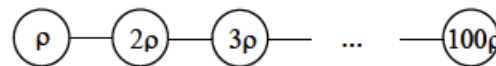
Да

ЗАДАЧА 39. («Росатом», 2015, 7) Когда открывают банку с домашними консервированными помидорами, часто наблюдают следующий эффект. Если до открывания банки помидоры плавали, то сразу после открывания начинают тонуть. Объясните это явление.

ЗАДАЧА 40. («Росатом», 2016, 8) В бассейне плавает открытый вертикальный цилиндрический стакан. В стакан налита вода, высотой h от дна стакана. На сколько изменится расстояние от уровня воды в бассейне до дна стакана, если третья часть воды из стакана испарится? Ответ обоснуйте.

$\varepsilon/q = x \nabla$

ЗАДАЧА 41. («Росатом», 2017, 7–9) Сто тел одинакового объёма V имеют плотности $\rho, 2\rho, \dots, 100\rho$. Тела связывают верёвками так, как показано на рисунке, и бросают в воду. При какой максимальной плотности ρ все тела не утонут в воде? Плотность воды $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$.



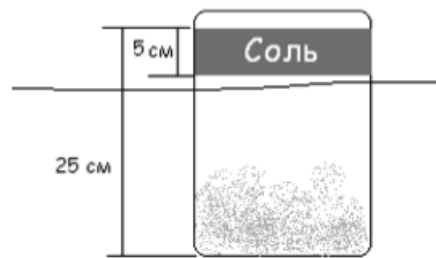
$$\rho_{\max} = \frac{101}{2} \rho_0 = 19,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

5 «Курчатов»

ЗАДАЧА 42. («Курчатов», 2019, 7) Мальчик играл в ванной с солдатиками, переправляя их на прямоугольном деревянном плоту с одного берега на другой. Грузоподъёмность плота равна массе четырех солдатиков. Скольких еще можно будет взять пассажиров, если приклеить к плоту мыльницу такого же размера? Плотность дерева взять 560 кг/м^3 .

ответ 6

ЗАДАЧА 43. («Курчатов», 2014, 7–8) Приятель Робинзона Крузо с соседнего острова попросил прислать ему морской почтой мешок соли. Так как мешок в дороге могут заклевать птицы, Робинзон решил отправить посылку в стеклянной цилиндрической банке. Чтобы сосед догадался о том, что в банке соль, Крузо наклеил ленточку шириной $d = 5 \text{ см}$ на верхнюю часть. Высота всей банки $L = 25 \text{ см}$, а площадь основания — $S = 100 \text{ см}^2$. Какой объем V_c соли сможет переправить по воде Крузо, если её плотность $\rho = 2100 \text{ кг/м}^3$, масса банки с крышкой $M = 0,2 \text{ кг}$, а ленточка с надписью всегда должна оставаться над поверхностью воды? Плотность воды в океане в районе острова Робинзона $\rho_v \approx 1,027 \text{ г/см}^3$.



$$V_c \approx \frac{d}{L - (p - T) S^{0.5} d} = 2 \text{ л}$$

ЗАДАЧА 44. («Курчатов», 2018, 7) Медный кубик с длиной ребра $a = 20 \text{ см}$ плавает в сосуде с ртутью. Затем в этот сосуд наливают воду вровень с верхней гранью кубика. Найдите высоту установившегося слоя воды. Плотность меди $\rho_m = 8900 \text{ кг/м}^3$, плотность ртути $\rho_{рт} = 13600 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$.

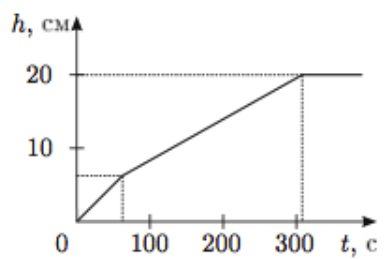
$$h \approx v \frac{\rho_m - \rho_{рт}}{\rho_v - \rho_{рт}} = 4$$

ЗАДАЧА 45. («Курчатов», 2019, 8) В бочке с водой, диаметром 1 м, плавает льдина, которую за веревочку привязали ко дну. Когда льдина растаяла, то уровень воды в бочке изменился на 1 см. Найдите чему равнялась сила натяжения нити.

ответ 82 Н

Ответ к задаче 12

Изломы графика в моменты $t_1 = 62,5$ с и $t_2 = 310$ с.



Ответ к задаче 19

