

Глава 1: Газовые законы

• Что такое температура?

Температура – это мера средней кинетической энергии частиц в системе. Чем быстрее движутся частицы, тем больше температура.

Температура прямо пропорциональна кинетической энергии частиц, следовательно, при удвоении энергии удваивается температура. Однако температура пропорциональна квадрату средней скорости частиц, и если скорость удваивается, температура становится в четыре раза больше.

• Рекомендуемый фильм

- Газовые законы

Дополнительные вопросы

В1. Что такое абсолютный нуль?

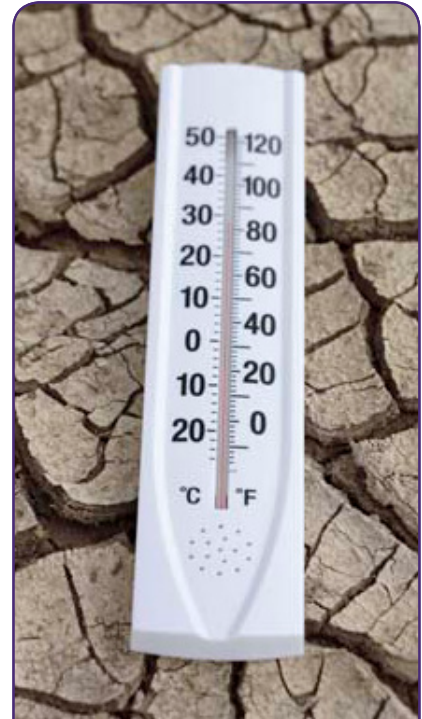
При изучении влияния температуры на поведение газов стало очевидно, что их объем уменьшается с ростом температуры. Если бы такое поведение продолжалось по мере снижения температуры, можно было бы ожидать, что проявится температура, при которой объем газа станет нулевым. Но так как все газы превращаются в жидкости при достижении достаточно низкой температуры, такого не происходит. Однако поскольку температура является мерой средней кинетической энергии частиц в системе, должна существовать температура, при которой эта энергия будет равна нулю. Эта температура равна $-273,15^{\circ}\text{C}$ и известна как абсолютный нуль. Это значение приблизительно равно той температуре, при которой можно предсказать, что объем газа будет равен нулю.

В2. Что представляет собой шкала Кельвина?

Хотя шкала Цельсия, или стоградусная температурная шкала, широко используется в повседневной жизни, она не всегда пригодна для использования в физике. Нуль по шкале Цельсия является температурой плавления льда, но это не самая возможная низкая температура. Значение абсолютного нуля равно $-273,15^{\circ}\text{C}$.

Шкала Кельвина аналогична шкале Цельсия, поскольку величина градуса по Цельсию равносильна величине градуса по Кельвину. Разница лишь в том, что нуль на шкале Кельвина устанавливается при абсолютном нуле. Это означает, что масштабы смещены, и поэтому 20°C равно $293,15\text{ K}$.

Шкала Кельвина используется при исследовании влияния температуры на давление и объем.



Термометр со шкалой Цельсия может быть использован в повседневной жизни, но не всегда в физике

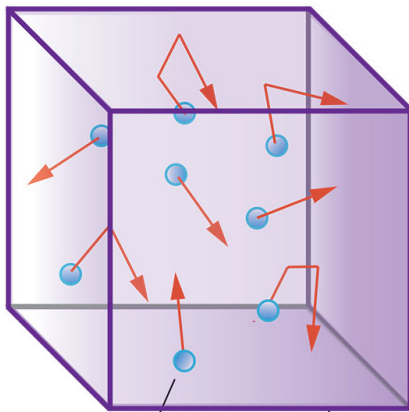
• Что описывает кинетическая теория?

ДИАГРАММА 01:

Кинетическая теория

ФИЗИКА • СИЛЫ • ДАВЛЕНИЕ

Twig



Молекула газа

Сосуд

Кинетическая теория описывает макроскопическое поведение газов с точки зрения множества микроскопических частиц, которые находятся в постоянном беспорядочном движении. Она объясняет, как столкновение частиц вызывает давление, и как скорость этих частиц связана с температурой.

• Рекомендуемый фильм

- Газовые законы

• Что такое давление?

Давление – это величина, характеризующая степень воздействия силы на заданную площадь. Оно измеряется в паскалях (Па) или в ньютонах на квадратный метр (Н/м²). Одна и та же сила может оказывать различный эффект при воздействии на различные площади. Например, лезвия или булавки применяют силу через очень малую площадь. Это приводит к большому давлению и позволяет резать или протыкать объекты, что было бы невозможно, если бы мы использовали плоский предмет.

Снегоступы работают по тому же принципу, только они предназначены для снижения давления по отношению к весу пользователя. Они обеспечивают распределение веса владельца на большую площадь, и чем ниже давление, тем ниже вероятность погружения в снег при ходьбе.

• Рекомендуемые фильмы

- Давление и площадь поверхности
- Факты: Давление и высота



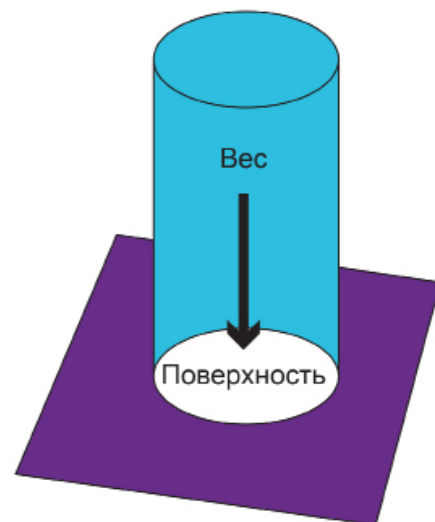
Приложенная сила на чертежную кнопку, с небольшой площадью поверхности, создает большое давление

ДИАГРАММА 02:

Давление и площадь поверхности

ФИЗИКА • СИЛЫ • ДАВЛЕНИЕ

Twig



Дополнительные вопросы

В3. Что подразумевает собой давление атмосферного воздуха?

Поверхность Земли должна выдерживать вес находящейся над ней атмосферы. Направленная вниз сила, действующая на единицу площади, известна как давление воздуха. На поверхности Земли давление воздуха составляет около 100 000 Па, или 1 бар, что эквивалентно 10 тоннам на каждый квадратный метр. Эта величина давления также известна как одна атмосфера.

В4. Почему газовые баллоны опасны в случае пожара?

Газовые баллоны содержат настолько сжатый газ, что его можно хранить в очень малом объеме. Это означает, что давление газа очень высокое и иногда в сотни раз выше атмосферного давления.

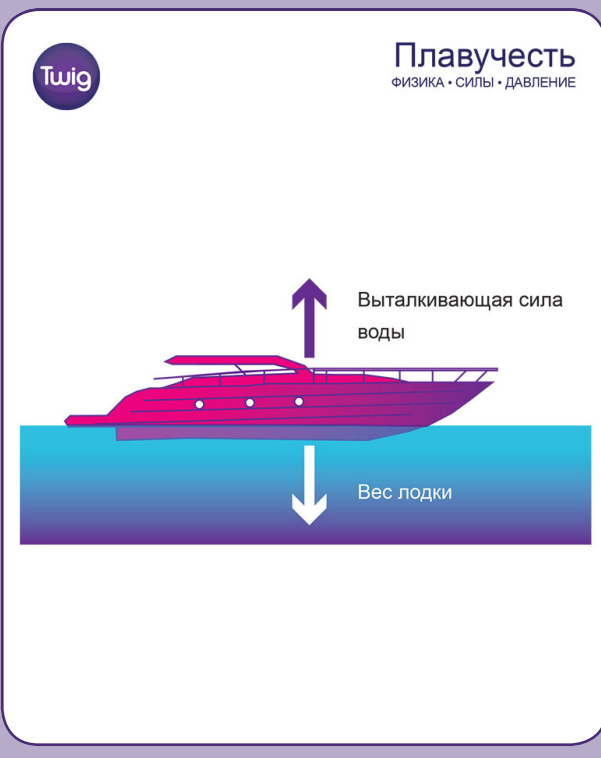
В результате пожара увеличивается температура газа внутри баллона, следовательно, нарастает давление. В итоге, под действием высокого давления может нарушиться целостность баллона, что приведет к взрыву. Особенно опасно, если баллон содержит горючие материалы, и в случае воспламенения в огне это приведет к сильному взрыву. По этой причине пожарные должны быть особенно осторожны, когда имеют дело с огнем, который связан с газовыми баллонами.

Глава 2: Плаваем

• Чем вызывается плаваем?

Тело в жидкости будет испытывать силу, направленную вверх и равную массе смещенной жидкости. Если подъемная сила больше веса тела, оно будет плавать.

ДИАГРАММА 03:



Подъемная сила возникает за счет того, что вытесненная жидкость будет поддерживаться силой, противостоящей его весу. Вес верхних слоев жидкости оказывает силу на нижние слои жидкости. Так как нижний слой жидкости не может сжиматься до бесконечности, он “выталкивается вверх”, создавая подъемную силу до той поры, пока эти две силы не станут равными.

Если жидкость верхнего слоя удаляется или вытесняется, расположенная ниже вода все равно будет оказывать подъемную силу. Это и является источником плаваемости.

• Рекомендуемый фильм

- Плаваем

Дополнительный вопрос

В5. Почему плаваем тел различается в соленой и пресной воде?

Соленая вода плотнее пресной воды. Следовательно, тело в соленой воде будет обладать большей плаваемостью, так как масса вытесненной воды больше. Поэтому корабли плавают выше в воде, когда они переходят из пресной воды в морскую воду.

Дополнительные вопросы

В6. Как подводные лодки контролируют плавучесть?

Подводные лодки контролируют собственную плавучесть с помощью балластных цистерн. Для увеличения их общей плотности, чтобы обеспечить погружение, подводные лодки заполняют эти цистерны водой. В случае нейтральной плавучести (когда подводная лодка не поднимается на поверхность и не погружается, поскольку ее общая плотность равна плотности окружающей ее воды) подводная лодка будет погружаться или подниматься на поверхность с помощью горизонтального руля. Эти “плавники” подводной лодки могут регулироваться таким образом, чтобы вытекающая вода выталкивала подводную лодку вверх или вниз. Вода из балластных цистерн может в любое время вытесниться сжатым воздухом. Это приведет к всплытию подводной лодки.

В7. Как рыбы контролируют плавучесть?

Некоторые рыбы используют заполняемый воздухом орган, называемый плавательным пузырем, предназначенный для регулирования собственной плавучести во многом таким же образом, как и подводные лодки используют свои балластные цистерны.

Проблемы с плавательным пузырем влияют на равновесие рыбы. По этой причине иногда можно пронаблюдать, как больные аквариумные рыбы плавают вниз головой на поверхности водоема.

Но не у всех рыб имеется плавательный пузырь – акулы, например, контролируют плавучесть иным образом. При движении через воду они используют плавники, чтобы вызвать подъемную силу, так же как и горизонтальный руль подводной лодки. Эта подъемная сила уравнивает их вес и позволяет передвигаться по воде, не погружаясь. Однако, если они перестанут плавать, то не смогут создавать подъемную силу и начнут тонуть.

• Что такое плотность?

Различные материалы имеют различную плотность. Плотность материала – это масса, которая присутствует в единице объема, измеряемая в килограммах на кубический метр.

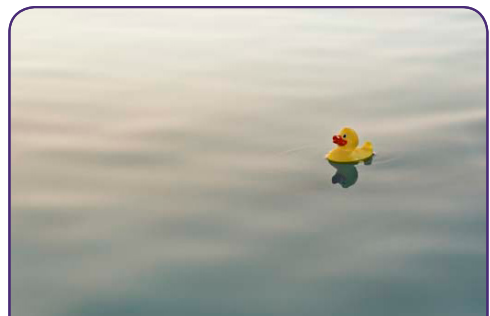
Плотность воздуха составляет около 1 кг на кубический метр, а плотность воды равна около 1000 кг на кубический метр. Металлы примерно в 10 раз плотнее воды. Свинец имеет высокую плотность: кубический метр свинца будет иметь массу около 10 000 кг (10 тонн).

Плотность тела может изменяться в зависимости от температуры. При повышении температуры объект расширяется и имеет ту же массу, но занимает больше объема, и поэтому плотность уменьшается. Плотность можно увеличить также путем сжатия, используя давление, с помощью которого та же масса занимает меньший объем.

Плотности жидкостей и твердых веществ, как правило, не сильно зависят от изменения температуры или сжатия, а плотность газов может относительно легко изменяться.

• Рекомендуемый фильм

- Плавучесть



Резиновая утка плавает, поскольку выталкивающая вверх подъемная сила больше веса

Дополнительные вопросы

В8. Является ли свинец самым плотным элементом?

Существует несколько элементов, которые являются более плотными, чем свинец. Иридий и осмий примерно в два раза плотнее, чем свинец, хотя встречаются очень редко. Золото и платина имеют почти такую же плотность, как эти элементы. Вольфрам также очень плотный, его название в переводе означает “тяжелый камень”.

Уран также имеет высокую плотность (приблизительно на 70% плотнее свинца). В атомной промышленности многие из радиоактивных изотопов, присутствующих в уране, удаляются, и “обедненный уран” производится в качестве побочного продукта. По этой причине обедненный уран является относительно дешевым и иногда используется в противовесах в самолетах коммерческой авиации и в радиоактивных защитах.

В9. Почему поведение воды необычно?

Большинство веществ расширяются с увеличением температуры, их жидкости имеют меньшую плотность, чем твердые формы. Вода ведет себя совсем по-иному, благодаря особому связыванию молекул внутри льда, и именно поэтому лед образуется в верхней части озера или реки, а не на дне. Это частично изолирует воду нижних слоев от холода и предотвращает полное замерзание воды. Если лед будет тонуть в воде, это приведет не только к замерзанию воды в верхней части, но намного уменьшит шансы к оттаиванию, так как даже при повышении температуры вода будет изолировать находящийся на дне лед от тепла. И на Земле было бы намного больше замороженной воды.

• Что такое балласт?



Балласт используется на кораблях для регулирования плавучести

Если судно слишком легкое, его подъемная сила может означать, что оно находится слишком высоко в воде. Это может привести к неустойчивости состояния равновесия судна, в результате чего, скорее всего, оно может опрокинуться. Это может произойти после того, как судно выгрузило свой груз. По этой причине судна загружают лишний вес, известный в качестве балласта. В качестве балласта могут выступать различные предметы, но чаще используется вода, так как она легко загружается и выгружается. Но это может привести к возникновению экологических проблем, так как вода перед разгрузкой транспортируется из одного места в другое, наряду с содержащимися микробами и чужеродными видами. Известны случаи распространения холеры между странами через балласт судов.

• Рекомендуемый фильм

- Плавучесть

Дополнительный вопрос

В10. Что такое смещение судна?

Смещение судна – это измерение массы воды, которую оно вытесняет. Эта масса всегда равна массе судна. Очевидно, что смещение судна будет меняться по мере того, как оно будет погружаться или подниматься, и смещение можно определить измерением глубины погружения судна. Это определяется ватерлинией на корпусе корабля.

Смещение измеряется в тоннах, но не следует его путать с такими измерениями, как валовая вместимость или чистая вместимость, которые основаны на отдельном определении “тонны” и на самом деле являются измерениями объема судна.

Глава 3: Люди и давление

• Как давление может помочь летчикам-истребителям?



Противоперегрузочные костюмы помогают летчикам выдерживать интенсивные нагрузки

Летчики-истребители должны выдерживать большие ускорения. Это может привести к потере сознания, так как кровь направляется в нижние части тела, а не в мозг. Такое воздействие можно снизить благодаря противоперегрузочным костюмам. Они имеют плотную подгонку и используют давление надувных баллонов внутри костюма, предотвращая концентрацию крови в этих частях тела и позволяя летчикам выдерживать большие ускорения.

• Рекомендуемый фильм

- Лётчики-истребители: Перегрузка

Дополнительный вопрос

В11. Что такое высотная болезнь?

Доля кислорода в воздухе остается постоянной, около 21%, до тех высот, до которых могут добраться альпинисты или самолеты коммерческой авиации. Однако понижение давления воздуха может вызвать негативные последствия. Высотная болезнь может привести к головной боли, усталости и головокружению. Альпинисты должны быть осведомлены о последствиях высотной болезни, и хотя давление воздуха в самолетах коммерческой авиации должно быть достаточно высоким, чтобы предотвратить воздействие высотной болезни на большинство людей, известно, что некоторые пассажиры все же испытывают эти симптомы.

• Почему самолет должен находиться под давлением?

По мере увеличения высоты снижается давление воздуха. Это потому, что на увеличенной высоте вес воздуха сверху будет меньше, чем это было бы на уровне земли. Даже на высоте нескольких тысяч метров людям трудно дышать из-за сниженного давления воздуха.

По этой причине самолеты коммерческой авиации, летающие обычно на высоте около 10 000 м, должны создавать давление внутри воздушного судна, поддерживая более высокое давление внутри воздушного судна, чем снаружи.

Дополнительный вопрос

В12. Почему в самолетах не используется атмосферное давление?

Давление воздуха в самолетах отличается от давления воздуха на уровне земли. Между тем давление воздуха равносильно тому давлению, которое находится на высоте около 2500 м. Это позволяет избежать наиболее негативных последствий низкого давления воздуха, хотя все еще возможно, что некоторые пассажиры могут испытывать боль в ушах или в носовых пазухах.

Этих проблем можно было бы избежать, если бы в кабинах использовалось то же давление воздуха, что находится на уровне земли. Тем не менее, это означало бы, что давление внутри самолета было бы намного выше, чем давление снаружи, и это привело бы к огромным нагрузкам на конструкцию самолета.

Дополнительный вопрос

В13. Откуда поступает воздух на борт самолета?

Для поддержания высокого давления в кабине самолет должен получать воздух снаружи. Это обычно достигается путем получения “отбираемого воздуха” из двигателей. Как только двигатели засасывают воздух, он сжимается, что приводит к повышению его температуры. Затем этот горячий воздух охлаждают и пропускают в салон. Вытяжной воздух из кабины вентилируется через клапаны в задней части самолета. Это помогает поддерживать соответствующее давление.

Некоторые современные самолеты не используют отбираемый воздух из двигателей. Вместо этого они используют электрические компрессоры для подачи воздуха при соответствующем давлении.

• Почему давление воздействует на водолазов?

Когда водолазы погружаются под воду, они вынуждены выдерживать как постоянный эффект давления воздуха из-за веса воздуха над ними, так и давление из-за веса воды над ними. Поскольку вода гораздо плотнее воздуха, это давление возрастает очень быстро. На глубине всего 10 м водолаз будет испытывать давление в два раза больше того, что на уровне земли. На каждые 10 м погружения давление увеличивается на 100 000 Па (≈ 1 атмосфера).

• Рекомендуемый фильм

- Кессонная болезнь

Дополнительный вопрос

В14. Что такое кессонная болезнь?

Декомпрессионная болезнь, также известная как “кессонная”, возникает, когда водолазы всплывают слишком быстро. На глубине, под повышенным давлением, газы, как азот, растворяются в организме. Если водолаз всплывает слишком быстро, падает давление, из раствора высвобождаются газы и образуют пузыри. Симптомы могут варьироваться в зависимости от того, где появляются эти пузыри, но могут включать головные боли, боли в суставах, усталость и потерю сознания. Декомпрессионная болезнь может быть летальной, и водолазы проявляют особую осторожность при всплытии, поднимаясь медленно с регулярными остановками, что способствует выведению из организма избытка газа.

Водолазы также должны быть осторожны, если планируется полет вскоре после погружения под воду. Поскольку давление в кабине самолетов коммерческой авиации меньше давления воздуха на уровне земли, и оно может быть эквивалентно всплытию, это может вызвать проблемы, если в организме водолаза еще остался избыточный газ.



Давление значительно возрастает по мере погружения водолаза под воду

• Тест

Газовые законы

Основной

• Какой из следующих газов обычно не встречается в воздухе, которым мы дышим?

- A – азот
- B – аммиак
- C – углекислый газ
- D – кислород

• Что вызывает давление воздуха?

- A – вес частиц в воздухе
- B – трение, возникающее при прохождении объектов через воздух
- C – частицы газа давящих поверхностей
- D – сила притяжения между частицами воздуха

• Почему водолазы нуждаются в специальном аппарате, чтобы дышать из баллонов?

- A – газ находится под давлением, и при высвобождении он вылетает
- B – трудно вывести воздух из баллона
- C – газ должен быть нагрет до его вдоха водолазом
- D – при отводе из баллона воздух очень горячий

Углубленный

• Что произойдет, если в фиксированный объем добавляется большее количество молекул газа?

- A – давление уменьшается, поскольку частицы имеют меньше места для перемещения
- B – давление уменьшается для некоторых газов, но увеличивается для других
- C – давление возрастает, поскольку контейнер осаждает большее количество молекул
- D – давление возрастает, поскольку частицы будут сталкиваться друг с другом чаще

• Как температура газа влияет на давление?

- A – при повышении температуры давление уменьшается
- B – не оказывает влияния
- C – повышение или понижение давления зависит от используемого газа
- D – при повышении температуры давление увеличивается

• Как температура влияет на скорость частиц в газе?

- A – чем выше температура, тем выше скорость частиц
- B – повышение или понижение скорости зависит от используемого газа
- C – чем выше температура, тем ниже скорость частиц
- D – температура не влияет на скорость частиц

Плавучесть

Основной

• Почему некоторые объекты плавают в воде?

- A – на них не влияет гравитационная сила
- B – они направляются вверх силой, называемой плавучесть
- C – они выталкиваются водой
- D – они не имеют массу

• Что подразумевается под “вытесненной водой”?

- A – вода под плавающим объектом
- B – вода объекта, перемещенного с пути
- C – вода, расположенная выше затонувшего объекта
- D – вода, поглощенная объектом

• Чему равна выталкивающая сила?

- A – весу вытесненной воды
- B – массе вытесненной воды
- C – весу воды под плавающим объектом
- D – весу воздуха внутри полого объекта

Углубленный

• Что произойдет, если плотность тела меньше плотности воды?

- A – тело утонет, поскольку будет большая выталкивающая сила
- B – тело будет плавать, поскольку будет небольшая подъемная сила
- C – тело будет плавать, поскольку будет большая выталкивающая сила
- D – тело утонет, поскольку будет небольшая подъемная сила

• Почему людям легче плавать в Мертвом море?

- A – высокое содержание соли означает, что оно имеет низкую плотность
- B – высокое содержание соли означает, что оно очень плотное
- C – низкое содержание соли означает, что оно имеет низкую плотность
- D – низкое содержание соли означает, что оно очень плотное

• Почему тяжелые металлические корабли плавают?

- A – корабль и находящийся внутри корпуса воздух вместе плотнее, чем вода
- B – они полые, а все полые объекты плавают
- C – они вытесняют небольшое количество воды
- D – корабль и находящийся внутри корпуса воздух вместе менее плотные, чем вода

• Ответы

Газовые законы

Основной

• Какой из следующих газов обычно не встречается в воздухе, которым мы дышим?

A – азот

B – аммиак

C – углекислый газ

D – кислород

• Что вызывает давление воздуха?

A – вес частиц в воздухе

B – трение, возникающее при прохождении объектов через воздух

C – частицы газа давящих поверхностей

D – сила притяжения между частицами воздуха

• Почему водолазы нуждаются в специальном аппарате, чтобы дышать из баллонов?

A – газ находится под давлением, и при высвобождении он вылетает

B – трудно вывести воздух из баллона

C – газ должен быть нагрет до его вдоха водолазом

D – при отводе из баллона воздух очень горячий

Углубленный

• Что произойдет, если в фиксированный объем добавляется большее количество молекул газа?

A – давление уменьшается, поскольку частицы имеют меньше места для перемещения

B – давление уменьшается для некоторых газов, но увеличивается для других

C – давление возрастает, поскольку контейнер осаждает большее количество молекул

D – давление возрастает, поскольку частицы будут сталкиваться друг с другом чаще

• Как температура газа влияет на давление?

A – при повышении температуры давление уменьшается

B – не оказывает влияния

C – повышение или понижение давления зависит от используемого газа

D – при повышении температуры давление увеличивается

• Как температура влияет на скорость частиц в газе?

A – чем выше температура, тем выше скорость частиц

B – повышение или понижение скорости зависит от используемого газа

C – чем выше температура, тем ниже скорость частиц

D – температура не влияет на скорость частиц

Плавучесть

Основной

• Почему некоторые объекты плавают в воде?

A – на них не влияет гравитационная сила

B – они направляются вверх силой, называемой плавучесть

C – они выталкиваются водой

D – они не имеют массу

• Что подразумевается под “вытесненной водой”?

A – вода под плавающим объектом

B – вода объекта, перемещенного с пути

C – вода, расположенная выше затонувшего объекта

D – вода, поглощенная объектом

• Чему равна выталкивающая сила?

A – весу вытесненной воды

B – массе вытесненной воды

C – весу воды под плавающим объектом

D – весу воздуха внутри полого объекта

Углубленный

• Что произойдет, если плотность тела меньше плотности воды?

A – тело утонет, поскольку будет большая выталкивающая сила

B – тело будет плавать, поскольку будет небольшая подъемная сила

C – тело будет плавать, поскольку будет большая выталкивающая сила

D – тело утонет, поскольку будет небольшая подъемная сила

• Почему людям легче плавать в Мертвом море?

A – высокое содержание соли означает, что оно имеет низкую плотность

B – высокое содержание соли означает, что оно очень плотное

C – низкое содержание соли означает, что оно имеет низкую плотность

D – низкое содержание соли означает, что оно очень плотное

• Почему тяжелые металлические корабли плавают?

A – корабль и находящийся внутри корпуса воздух вместе плотнее, чем вода

B – они полые, а все полые объекты плавают

C – они вытесняют небольшое количество воды

D – корабль и находящийся внутри корпуса воздух вместе менее плотные, чем вода