

Критерии оценивания

Максимальное количество баллов за работу — 100.

Любое правильное альтернативное решение, приводящее к верному ответу, оценивается полным баллом

№ задачи	Критерии	Макс. кол-во баллов
1	<p>По 5 баллов за каждый пункт решения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) определено, что в 1 драхме 3 скрупула; 2) определено, что в 1 унции 8 драхм; 3) сделана цепочка преобразований и дан правильный ответ. <p>Если сделаны пункты 1 и 2, но в пункте 3 содержится ровно одна арифметическая ошибка, то за 3 пункт ставится 2 балла</p>	15
2	<p>Явно записана или используется в решении мысль о существовании максимального и минимального времени — 3 балла.</p> <p>Изображена схема относительного положения Земли, Марса и Солнца для случаев самого длинного и самого короткого пути света (может быть разбита на две отдельные схемы) — 2 · 2 балла.</p> <p>Вычислено время, требующееся свету для преодоления расстояния в 1 а. е., или определены минимальное и максимальное расстояния — 2 балла.</p> <p>Рассчитано время для длинного и короткого путей — 2 · 2 балла.</p> <p>Дан окончательный ответ в виде промежутка — 2 балла.</p> <p>Если в решении рассмотрен только один случай, такое решение оценивается в 6 баллов</p>	15
3	<p>По 4 балла за каждый пункт решения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) определён объём ванны; 2) определена скорость заполнения или составлена пропорция для определения объёма вылившейся воды; 3) определён объём вылившейся воды; 4) определено максимальное время набора воды; 5) в явном виде указано, что ванну можно набирать меньшее время (в виде строгого «<» или нестрогого «≤» неравенства) 	20
4	<p>Явно указано или используется в решении, что давление в искомых точках равно давлению жидкости на границе раздела, — 3 балла.</p> <p>По 2 балла за каждый последующий пункт решения:</p>	15

	<ol style="list-style-type: none"> 1) найдено давление в 1-м закрытом колене; 2) явно записана или используется в решении формула для давления столба жидкости; 3) сделан вывод, что давление газа во 2-м закрытом колене меньше атмосферного; 4) найдено давление во 2-м закрытом колене; 5) сделан вывод, что давление газа в 3-м закрытом колене больше атмосферного; 6) найдено давление в 3-м закрытом колене. <p>Если при решении задачи верно выполнены все логические шаги, преобразования и расчёты, но не учтён масштаб рисунка, то такое решение оценивается в 11 баллов</p>	
5	<p>По 2 балла за каждое утверждение, но не более 12 баллов в сумме:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) указано, что Фобос обращается вокруг Марса; 2) указано, что остальные спутники обращаются вокруг газовых гигантов (или планет внешней группы); 3) указано, что остальные спутники обращаются вокруг одной планеты; 4) указано, что остальные спутники обращаются вокруг Юпитера; 5) указано, что Фобос имеет малые размеры (не более 100 км); 6) указано, что Фобос имеет неправильную форму; 7) указано, что остальные спутники имеют шарообразную (правильную) форму. <p>Если указано, что остальные спутники обращаются вокруг Юпитера, то автоматически засчитываются утверждения 2 и 3. Сделан вывод, что Фобос в списке лишний, — 3 балла.</p>	15
6	<p>По 5 баллов за каждый пункт решения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) явно указано или используется в решении, что при уменьшении размера копии в k раз объём уменьшается в k^3 раз; 2) явно рассчитан или выражен в аналитическом виде объём материала копии; 3) объём полости находится как разность полного объёма копии и объёма материала; 4) получен верный численный ответ 	20

Во всех задачах необходимо привести развёрнутое решение.

ЗАДАНИЕ 1 (АПТЕКАРСКИЕ ВЕСЫ)

В России аптекарский вес основывался на нюрнбергской системе весов. 1 аптекарский фунт был равен 358,323 грамма или 12 унциям, 1 драхма — 0,125 унции, 1 скрупул — $1/3$ драхмы или 20 гранам. Сколько гранов содержится в аптекарском фунте?

Решение:

- 1) 1 драхма — это 3 скрупула;
- 2) 1 унция — это 8 драхм;
- 3) 1 фунт — это 12 унций, что равно 96 драхмам = 288 скрупулам = 5760 гранам.

Ответ: 5760 гранов.

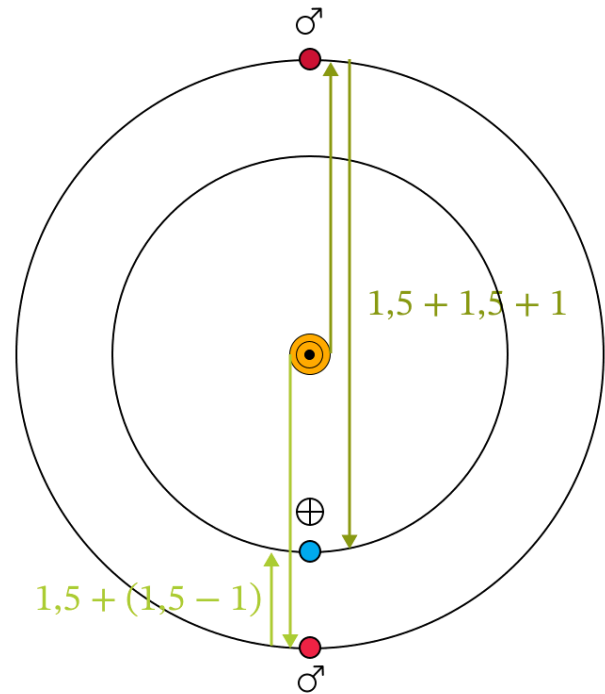
ЗАДАНИЕ 2 (ЗЕРКАЛО НА МАРСЕ)

Колонизаторы будущего установили на поверхности Марса зеркало, свободно вращающееся вокруг своей оси. Радиус орбиты Марса составляет 1,5 а. е. Сколько времени может идти луч света от Солнца до Земли, который отразился в этом зеркале? Нарисуйте схему.

Для справки: 1 а. е. — расстояние от Земли до Солнца (150 млн км), свет движется со скоростью $3 \cdot 10^8$ м/с.

Решение:

Нарисуем относительное положение орбит Марса и Земли. Земля (\oplus) движется по окружности радиусом 1 а. е., Марс ($\♂$) — 1,5 а. е., Солнце (\odot) — в центре. Если поместить Землю в «нижнюю» на рисунке точку своей орбиты, то Марс может находиться дальше всего от Земли, когда он в «верхней» на рисунке точке орбиты (тёмно-красный), а ближе всего — в «нижней» точке (светло-красный). Свет, как известно, движется по прямой траектории, так что, долетев до Марса, он отразится от зеркала и полетит в сторону Земли. Самое дальнее расстояние (тёмно-зелёный путь), которое может преодолеть свет, как видно из рисунка, составляет $1,5 + 1,5 + 1 = 4$ а. е. Самое минимальное (светло-зелёный путь) — 2 а. е. Исходя из условия, вычислим время, которое требуется свету, чтобы преодолеть одну астрономическую единицу:



$$\frac{150 \cdot 10^6 \text{ км}}{3 \cdot 10^5 \text{ км/с}} = 500 \text{ секунд.}$$

Значит, минимальное время, требующееся свету на путь от Солнца до Марса, а потом до Земли, — это $500 \cdot 2 = 1000$ секунд, а максимальное — 2000 секунд. Окончательный ответ: от 1000 до 2000 секунд.

Ответ: от 1000 до 2000 секунд.

ЗАДАНИЕ 3 (ЗЛОСЧАСТНАЯ ВАННА)

После выполнения домашнего задания Вадим решил принять ванну. Заткнул пробку, включил кран, но вспомнил, что не выполнил физику, и ушёл в комнату. Вернулся Вадим через 40 минут и сразу закрыл кран.

1) По графику объёма налитой в ванну воды от времени (рис. 1) определите вместимость ванны и объём воды, которая вылилась к моменту возвращения Вадима.

2) Когда Вадим залез в ванну, он обнаружил, что часть воды вылилась. Сколько времени нужно набирать ванну, чтобы после полного погружения Вадима вода из неё не переливалась? Масса Вадима 40 кг, а его средняя плотность равна плотности воды — 1000 кг/м^3 .

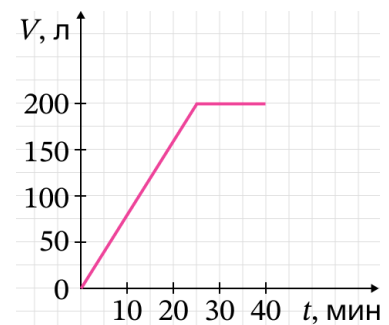


Рис. 1

Решение:

Из графика видно, что объём достиг своего максимального значения 200 л за 25 мин и больше не изменялся, значит, после этого вода выливалась из ванны. К моменту возвращения Вадима прошло 40 мин, следовательно, вода выливалась на протяжении 15 мин. Поскольку за 25 мин набралось 200 л, получается, что за 1 мин набирается 8 л. Тогда получаем, что вылилось $15 \cdot 8 = 120$ л.

Объём Вадима равен 40 л, значит, ванну нужно наполнить водой объёмом не более 160 л, тогда на это потребуется $160:8 = 20$ мин. Если же время наполнения будет меньше, перелив, очевидно, также не произойдёт.

Ответ: 1) 200 л, 120 л; 2) ≤ 20 мин.

ЗАДАНИЕ 4 (ЗМЕЙ ГОРЫНЫЧ)

Сообщающиеся сосуды неправильной формы заполнены жидкостью плотностью 800 кг/м^3 (рис. 2). Определите давление газа в точках 1, 2 и 3. Атмосферное давление принять равным 100 кПа, ускорение свободного падения — 10 Н/кг .

Решение:

Давление газа в каждом из колен одинаково во всех точках. Рассмотрим удобную точку — на границе раздела двух сред, где давление газа и жидкости одинаково.

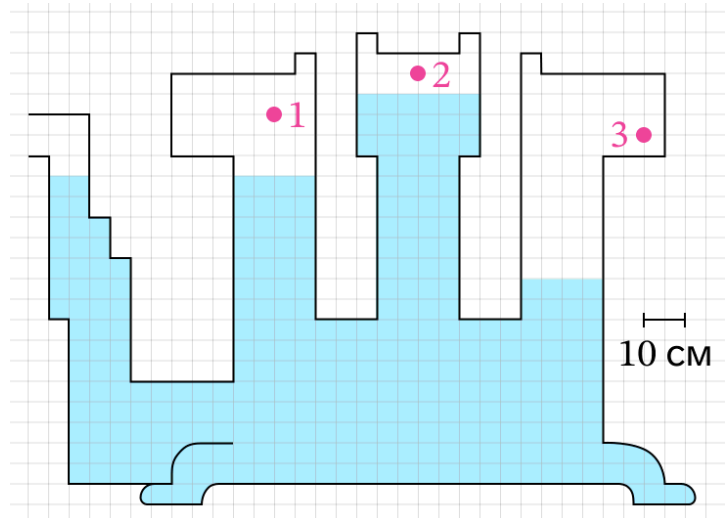


Рис. 2

На жидкость в открытом колене действует атмосферное давление. В 1-м закрытом колене уровень жидкости совпадает с уровнем жидкости в открытом колене, значит, давления одинаковы: $p_1 = p_0 = 100 \text{ кПа}$. Высота столба жидкости во 2-м закрытом колене на 4 клетки (20 см) выше, чем в открытом, значит, давление газа там ниже атмосферного: $p_2 = p_0 - \rho g h_2 = 100\,000 - 800 \cdot 10 \cdot 0,2 = 98,4 \text{ кПа}$. Высота столба жидкости в 3-м закрытом колене на 5 клеток (25 см) ниже, чем в открытом, значит, давление газа там выше атмосферного: $p_3 = p_0 + \rho g h_3 = 100\,000 + 800 \cdot 10 \cdot 0,25 = 102 \text{ кПа}$.

Ответ: 100 кПа; 98,4 кПа; 102 кПа.

ЗАДАНИЕ 5 (ПЯТЫЙ ЛИШНИЙ)

Вам даны пять астрономических объектов: Ганимед, Каллисто, Фобос, Ио, Европа. Выберите лишний и максимально полно и подробно обоснуйте свой выбор.

Решение:

В условии перечислены естественные спутники планет Солнечной системы. Четыре из них являются так называемыми галилеевыми спутниками Юпитера (Ио, Европа, Ганимед и Каллисто), а пятый объект — спутник Марса. Галилеевы спутники являются практически идеальными шарами, размером с Луну, а Фобос очень маленький (максимальный диаметр 30 км) и имеет неправильную форму (как картофелина), скорее похож на астероид.

Ответ: Фобос.

ЗАДАНИЕ 6 (БРОНЗОВЫЙ СУВЕНИР)

Сувенир высотой 20 см представляет собой уменьшенную копию статуи высотой 2 м и объемом 90 л, выставленной в музее. Для экономии материала в копии сделали полость. Определите объем полости, если масса копии 440 г, а для её создания использовали бронзу плотностью 8800 кг/м³.

Для справки: 1 м³ = 1000 л, 1 л = 1 дм³.

Решение:

Высота копии статуи в $k = \frac{2}{0,2} = 10$ раз меньше оригинала, значит, полный объем копии меньше в $k^3 = 1000$ раз, то есть $V = V_0/k^3$. Объем материала, используемый для создания копии, находится через плотность: $V_1 = m/\rho$. Объем полости ΔV может быть найден как разность полного объема копии V и объема материала V_1 :

$$\Delta V = V - V_1 = \frac{V_0}{k^3} - \frac{m}{\rho} = \frac{90 \cdot 10^3}{10^3} - \frac{440}{8,8} = 40 \text{ см}^3.$$

Ответ: 40 см³.