

Задания отборочного этапа Олимпиады школьников СПбГУ по физике 2024-2025 гг.

Участникам отборочного этапа Олимпиады по физике из 8-11х классов предлагался вариант, состоявший из 6 задач. Каждая из задач составлялась в нескольких вариациях, выбиравшаяся системой проведения Олимпиады случайным образом. При проверке проверялась корректность введенного в систему числового ответа. Часть задач предлагались к решению участникам разных классов. Ниже в обозначениях задач указывается участникам из каких классов они предназначались.

Задача 8.1.

Вариант 1.1

В 2018 году российский путешественник Федор Конюхов совершил первый в истории переход через Тихий океан от Новой Зеландии до мыса Горн в Южной Америке. На вёсельной лодке «АКРОС» за 154 дня он преодолел расстояние в 6400 морских миль, и успешно достиг мыса Горн. Оцените среднюю скорость лодки за время путешествия. Ответ дайте в км/ч, округлив до ближайшего целого. Морская миля составляет 1853 м.

Решение:

Чтобы найти среднюю скорость необходимо весь пройденный путь поделить на затраченное время

$$v=S/t$$

Для того чтобы сразу получить ответ в км/ч необходимо расстояние перевести в километры, а время в часы

$$S=6400 \text{ морских миль} = 6400 \cdot 1,853 = 11859,2 \text{ км}$$

$$t=154 \text{ дня} = 154 \cdot 24 = 3696 \text{ ч}$$

$$v = 11859,2 / 3696 = 3,208 \approx 3 \text{ км/ч. Ответ: 3}$$

Вариант 1.2

В 1770 году знаменитый британский мореплаватель Джеймс Кук завершил свое первое кругосветное плавание. Во время этой экспедиции, на корабле «Индевор», он пересек Тихий океан от берегов Таити до Австралии. Этот переход длился 120 дней, и за это время корабль преодолел 3600 морских миль. Рассчитайте среднюю скорость корабля Джеймса Кука за время путешествия. Ответ дайте в км/ч, округлив до ближайшего целого. Морская миля составляет 1853 м.

Решение:

Чтобы найти среднюю скорость необходимо весь пройденный путь поделить на затраченное время

$$v=S/t$$

Для того чтобы сразу получить ответ в км/ч необходимо расстояние перевести в километры, а время в часы

$$S=3600 \text{ морских миль} = 3600 \cdot 1,853 = 6670,8 \text{ км}$$

$$t=120 \text{ дней} = 120 \cdot 24 = 2880 \text{ ч}$$

$$v = 6670,8 / 2880 = 2,316 \approx 2 \text{ км/ч. Ответ: 2}$$

Вариант 1.3

В 1927 году американский пилот Чарльз Линдберг совершил первый в истории одиночный беспосадочный перелёт через Атлантический океан на самолёте «Дух Сент-Луиса». Он стартовал из Нью-Йорка (США) и приземлился в Париже (Франция), преодолев маршрут за 33,5 часа со средней скоростью за время перелёта 107 миль/ч. Определите дальность перелета, ответ приведите в километрах, округлив до ближайшего целого. 1 миля = 1,609 километра.

Решение:

Чтобы найти среднюю скорость необходимо весь пройденный путь поделить на затраченное время

$$v=S/t, \text{ тогда } S=vt$$

Для того чтобы получить ответ в км необходимо среднюю скорость перевести в километры в час

$$v=107 \text{ миль/ч} = 172,163 \text{ км/ч}$$

$$S=vt= 172,163 \cdot 33,5=5767,46 \approx 5767 \text{ км.}$$

Ответ: 5767

Вариант 1.4

В 1937 году советские авиаторы Валерий Чкалов, Георгий Байдуков и Александр Беляков совершили первый беспосадочный перелёт из Москвы в США через Северный полюс на самолёте АНТ-25. Они вылетели из Москвы и приземлились в Ванкувере (США), преодолев маршрут за 63 часа. со средней скоростью за время перелёта 90 миль/ч. Определите дальность перелета, ответ приведите в километрах, округлив до ближайшего целого. 1 миля = 1,609 километра.

Решение:

Чтобы найти среднюю скорость необходимо весь пройденный путь поделить на затраченное время

$$v=S/t, \text{ тогда } S=vt$$

Для того чтобы получить ответ в км необходимо среднюю скорость перевести в километры в час

$$v=90 \text{ миль/ч} = 144,81 \text{ км/ч}$$

$$S=vt= 144,81 \cdot 63=9123,03 \approx 9123 \text{ км.}$$

Ответ: 9123

Задача 8.2

Вариант 1.1

Пираты подняли с морского дна сундук, набитый золотыми монетами. Пират взял себе на хранение $n = 10$ золотых монет диаметром $d = 0,1$ м и толщиной $a = 1$ см. Он спрятал эти монеты в бочку с водой, уровень воды в которой составлял $H = 0,70$ м. Сколько граммов воды m нужно вычерпать пирату, чтобы уровень воды остался неизменным? Результат округлите до целого.

Плотность золота $\rho_{Au} = 19,3$ г/см³, плотность воды $\rho_{воды} = 1$ г/см³. Формула для вычисления объема цилиндра: $V = Sh$, где S – площадь основания, h – высота цилиндра, $\pi = 3,14$. Ответ округлите до целого.

Решение:

1. Рассчитаем объем одной монеты:

$$V_{\text{монеты}} = 3,14 \frac{10^2}{4} 1 = 78,5 \text{ см}^3$$

2. Объем вытесненной воды равен объему погруженных монет

$$V_{\text{вытесн. воды}} = V_{\text{монет}} = n \cdot V_{\text{монеты}} = n \left(\pi \frac{d^2}{4} a \right) = 785 \text{ см}^3$$

3. Масса воды, которую нужно вычерпать, равна:

$$m = \rho_{\text{воды}} V_{\text{вытесн. воды}} = \rho_{\text{воды}} n \left(\pi \frac{d^2}{4} a \right) = 785 \text{ г.}$$

Ответ: 785

Вариант 1.2

Пираты подняли с морского дна сундук, набитый золотыми монетами. Пират взял себе на хранение $n = 7$ золотых монет диаметром $d = 0,08$ м и толщиной $a = 2$ см. Он спрятал эти монеты в бочку с водой, уровень воды в которой составлял $H = 186$ см. Сколько граммов воды m нужно вычерпать пирату, чтобы уровень воды остался неизменным? Результат округлите до целого.

Плотность золота $\rho_{Au} = 19,3$ г/см³, плотность воды $\rho_{воды} = 1$ г/см³. Формула для вычисления объема цилиндра: $V = Sh$, где S – площадь основания, h – высота цилиндра, $\pi = 3,14$. Ответ округлите до целого.

Решение

1. Рассчитаем объем одной монеты:

$$V_{\text{монеты}} = 3,14 \frac{8^2}{4} 2 = 100,48 \text{ см}^3$$

2. Объем вытесненной воды равен объему погруженных монет

$$V_{\text{вытесн. воды}} = V_{\text{монет}} = n \cdot V_{\text{монеты}} = n \left(\pi \frac{d^2}{4} a \right) = 703,36 \text{ см}^3$$

3. Масса воды, которую нужно вычерпать, равна:

$$m = \rho_{\text{воды}} V_{\text{вытесн. воды}} = \rho_{\text{воды}} n \left(\pi \frac{d^2}{4} a \right) = 703,36 \text{ г.}$$

Ответ: 703

Вариант 2.1

Пираты подняли с морского дна сундук, набитый золотыми монетами, масса которых $M = 570$ кг. Один из пиратов взял несколько монет и спрятал их в бочке с маслом. Известно, что одна монета имеет диаметр $d = 10$ см и толщину $a = 10$ мм. Чтобы уровень в бочке оказался неизменным пирату пришлось выпить $m = 314$ г масла. Сколько монет взял пират?

Плотность золота $\rho_{Au} = 19,3$ г/см³, плотность масла $\rho_{\text{масла}} = 0,8$ г/см³. Формула для вычисления объема цилиндра: $V = Sh$, где S – площадь основания, h – высота цилиндра, $\pi=3,14$. Ответ округлите до целого.

Решение:

1. Рассчитаем объем одной монеты:

$$V_{\text{монеты}} = \pi \frac{d^2}{4} a = 78,5 \text{ см}^3$$

2. Объем вытесненного масла равен объему погруженных монет

$$V_{\text{вытесн. масла}} = V_{\text{монет}} = n \cdot V_{\text{монеты}} = n \left(\pi \frac{d^2}{4} a \right)$$

3. Масса масла, которое выпил пират, равна:

$$m = \rho_{\text{масла}} V_{\text{масла}} = \rho_{\text{масла}} n \left(\pi \frac{d^2}{4} a \right)$$

Отсюда

$$n = \frac{4m}{\pi a d^2 \rho_{\text{масла}}} = 5$$

Ответ: 5

Вариант 2.2

Пираты подняли с морского дна сундук, набитый золотыми монетами, масса которых $M = 570$ кг. Один из пиратов взял несколько монет и спрятал их в бочке с маслом. Известно, что одна монета имеет диаметр $d = 0,08$ м и толщину $a = 15$ мм. Чтобы уровень в бочке оказался неизменным пирату пришлось выпить $m = 361,8$ г масла. Сколько монет взял пират?

Плотность золота $\rho_{Au} = 19,3$ г/см³, плотность масла $\rho_{\text{масла}} = 0,8$ г/см³. Формула для вычисления объема цилиндра: $V = Sh$, где S – площадь основания, h – высота цилиндра, $\pi=3,14$. Ответ округлите до целого.

Решение:

1. Рассчитаем объем одной монеты:

$$V_{\text{монеты}} = \pi \frac{d^2}{4} a = 75,36 \text{ см}^3$$

2. Объем вытесненного масла равен объему погруженных монет

$$V_{\text{вытесн. масла}} = V_{\text{монет}} = n \cdot V_{\text{монеты}} = n \left(\pi \frac{d^2}{4} a \right)$$

3. Масса масла, которое пират выпил, равна:

$$m = \rho_{\text{масла}} V_{\text{масла}} = \rho_{\text{масла}} n \left(\pi \frac{d^2}{4} a \right)$$

Отсюда

$$n = \frac{4m}{\pi a d^2 \rho_{\text{масла}}} = 6$$

Ответ: 6

Задача 8.3.

Вариант 1.1

В стакан, стоящий на весах, Вася последовательно налил три жидкости одинаковой массы и тщательно перемешал. Суммарный объем жидкостей при перемешивании остался неизменным. Плотность первой жидкости $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$, плотность второй $\rho_2 = 850 \text{ кг/м}^3$. Вася рассчитал среднюю плотность всех трёх жидкостей и получил $\rho_{\text{ср}} = 942 \text{ кг/м}^3$ найти плотность третьей жидкости. Ответ дать в кг/м^3 , округлив до десятков.

Решение:

Среднюю плотность можно рассчитать, как массу жидкости, делённой на весь занимаемый ей объем:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1)$$

Теперь обозначим за m – массу каждой из трёх жидкостей, V_1, V_2, V_3 – объём первой, второй и третьей жидкостей соответственно. Тогда массу жидкости, налитую в стакан можно рассчитать как $M = m + m + m = 3m$, а объём как $V = V_1 + V_2 + V_3$. Используя формулу $V = \frac{m}{\rho}$, получим

$V = \frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2} + \frac{m}{\rho_3}$ и приведём к общему знаменателю. Получим:

$$V = \frac{m(\rho_1\rho_2 + \rho_2\rho_3 + \rho_1\rho_3)}{\rho_1\rho_2\rho_3}, \quad (2)$$

И подставим в формулу для средней плотности. Получим:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{3m\rho_1\rho_2\rho_3}{m(\rho_1\rho_2 + \rho_2\rho_3 + \rho_1\rho_3)} \quad (3)$$

Для нахождения плотности третьей жидкости умножим обе части равенства на знаменатель уравнения (3) и перенесём слагаемые $\rho_2\rho_3 + \rho_1\rho_3$ в правую часть, вынесем множитель ρ_3 , как общий. Получаем выражение для плотности третьей жидкости

$$\rho_3 = \frac{\rho_{\text{ср}}\rho_1\rho_2}{(3\rho_1\rho_2 - \rho_2\rho_{\text{ср}} - \rho_1\rho_{\text{ср}})} \quad (4)$$

Подставляя значения, получаем $\rho_3 \approx 1320 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Ответ: 1320 (если округлять только до целого 1319)

Вариант 1.2

В стакан, стоящий на весах, Вася последовательно налил три жидкости одинаковой массы и тщательно перемешал. Суммарный объем жидкостей при перемешивании остался неизменным. Плотность первой жидкости $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$, плотность второй $\rho_2 = 700 \text{ кг/м}^3$. Вася рассчитал среднюю плотность всех трёх жидкостей и получил $\rho_{\text{ср}} = 847 \text{ кг/м}^3$. Найти плотность третьей жидкости. Ответ дать в кг/м^3 , округлив до десятков.

Ответ: 1000 (если округлять только до целого 998)

Вариант 2.1

В стакан, стоящий на весах, Вася последовательно налил две жидкости одинаковой массы и тщательно перемешал. Плотность первой жидкости $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$, плотность второй $\rho_2 = 850 \text{ кг/м}^3$. Потом Вася долил третью жидкость массой, в два раза большей, чем первая жидкость. Суммарный объем жидкостей при перемешивании остался неизменным. Вася рассчитал среднюю плотность всех трёх жидкостей и получил $\rho_{\text{ср}} = 900 \text{ кг/м}^3$. Найти плотность третьей жидкости. Ответ дать в кг/м^3 , округлив до десятков.

Решение:

Среднюю плотность можно рассчитать, как массу жидкости, делённой на весь занимаемый ей объем:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1)$$

Теперь обозначим за m – массу каждой из трёх жидкостей, V_1, V_2, V_3 – объём первой, второй и третьей жидкостей соответственно. Тогда массу жидкости, налитую в стакан можно рассчитать как $M = m + m + 2m = 4m$, а объём как $V = V_1 + V_2 + V_3$. Используя формулу $V = \frac{m}{\rho}$, получим

$V = \frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2} + \frac{2m}{\rho_3}$ и приведём к общему знаменателю. Получим:

$$V = \frac{m(2\rho_1\rho_2 + \rho_2\rho_3 + \rho_1\rho_3)}{\rho_1\rho_2\rho_3}, \quad (2)$$

И подставим в формулу для средней плотности. Получим:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{4\rho_1\rho_2\rho_3}{(2\rho_1\rho_2 + \rho_2\rho_3 + \rho_1\rho_3)} \quad (3)$$

Для нахождения плотности третьей жидкости умножим обе части равенства на знаменатель уравнения (3) и перенесём слагаемые $\rho_2\rho_3 + \rho_1\rho_3$ в правую часть, вынесем множитель ρ_3 , как общий. Получаем выражение для плотности третьей жидкости

$$\rho_3 = \frac{2\rho_{\text{ср}}\rho_1\rho_2}{(4\rho_1\rho_2 - \rho_2\rho_{\text{ср}} - \rho_1\rho_{\text{ср}})} \quad (4)$$

Подставляя значения, получаем $\rho_3 \approx 990 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ **Ответ:** 990 (если округлять только до целого 991)

Вариант 2.2

В стакан, стоящий на весах, Вася последовательно налил две жидкости одинаковой массы и тщательно перемешал. Плотность первой жидкости $\rho_1 = 870 \text{ кг/м}^3$, плотность второй $\rho_2 = 850 \text{ кг/м}^3$. Потом Вася долил третью жидкость массой, в два раза большей, чем первая жидкость. Суммарный объем жидкостей при перемешивании остался неизменным. Вася рассчитал среднюю плотность всех трёх жидкостей и получил $\rho_{\text{ср}} = 1000 \text{ кг/м}^3$. Найти плотность третьей жидкости. Ответ дать в кг/м^3 , округлив до десятков.

Ответ: 1190 (если округлять только до целого 1194)

Задача 8-9.1**Вариант 1.1**

Ядро диаметром 100 мм, сделанное из чугуна, используется в качестве снаряда для пушки. При выстреле снаряд имеет скорость 200 м/с. Известно, что КПД выстрела равно 25%. Определите на сколько выстрелов хватит 32 кг пороха.

Плотность чугуна $\rho_{\text{чугуна}} = 8 \text{ г/см}^3$, удельная теплота сгорания пороха $q_{\text{пороха}} = 3,8 \text{ МДж/кг}$, формула для вычисления объема шара: $V_{\text{шара}} = 4/3\pi R^3$, где R - радиус шара, $\pi = 3,14$

Решение:

$$1) \text{ По определению КПД: } \eta = E_k/Q = \frac{m_{\text{ядра}} v^2}{2 m_{\text{пороха}} q_{\text{пороха}}}$$

$$2) m_{\text{ядра}} = V_{\text{ядра}} \rho_{\text{чугуна}} = 4/3\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}}$$

$$3) \text{ Выведем } m_{\text{пороха}} \text{ необходимое для одного выстрела: } m_{\text{пороха}} = \frac{4/3\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}} v^2}{2 \eta q_{\text{пороха}}}$$

$$4) \text{ Число выстрелов } N = \frac{M}{m_{\text{пороха}}} = \frac{2M\eta q_{\text{пороха}}}{4/3\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}} v^2}$$

Ответ: 363

Вариант 1.2

Ядро диаметром 80 мм, сделанное из чугуна, используется в качестве снаряда для пушки. При выстреле снаряд имеет скорость 250 м/с. Известно, что КПД выстрела равно 20%. Определите на сколько выстрелов хватит 36 кг пороха.

Плотность чугуна $\rho_{\text{чугуна}} = 8 \text{ г/см}^3$, удельная теплота сгорания пороха $q_{\text{пороха}} = 3,8 \text{ МДж/кг}$, формула для вычисления объема шара: $V_{\text{шара}} = 4/3\pi R^3$, где R - радиус шара, $\pi = 3,14$.

Решение:

$$1) \text{ По определению КПД: } \eta = E_k/Q = \frac{m_{\text{ядра}} v^2}{2 m_{\text{пороха}} q_{\text{пороха}}}$$

$$2) m_{\text{ядра}} = V_{\text{ядра}} \rho_{\text{чугуна}} = 4/3\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}}$$

$$3) \text{ Выведем } m_{\text{пороха}} \text{ необходимое для одного выстрела: } m_{\text{пороха}} = \frac{4/3\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}} v^2}{2 \eta q_{\text{пороха}}}$$

$$4) \text{ Число выстрелов } N = \frac{M}{m_{\text{пороха}}} = \frac{2M\eta q_{\text{пороха}}}{4/3\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}} v^2}$$

Ответ: 408

Вариант 2.1

Ядро диаметром 100 мм, сделанное из чугуна, используется в качестве снаряда для пушки. При выстреле снаряд имеет скорость 200 м/с. Известно, что КПД выстрела равно 26%. Пороховая бочка содержит 32,2 кг пороха. Сколько пороха останется в бочке после 50 выстрелов? Ответ представьте в кг и округлите до целого.

Плотность чугуна $\rho_{\text{чугуна}} = 8 \text{ г/см}^3$, удельная теплота сгорания пороха $q_{\text{пороха}} = 3,8 \text{ МДж/кг}$, формула для вычисления объема шара: $V_{\text{шара}} = \frac{4}{3}\pi(R)^3$, где R - радиус шара, $\pi=3,14$.

Решение:

1) По определению КПД: $\eta = E_k/Q = \frac{m_{\text{ядра}} v^2}{2 m_{\text{пороха}} q_{\text{пороха}}}$

2) $m_{\text{ядра}} = V_{\text{ядра}} \rho_{\text{чугуна}} = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}}$

3) Выведем $m_{\text{пороха}}$ необходимое для одного выстрела: $m_{\text{пороха}} = \frac{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}} v^2}{2 \eta q_{\text{пороха}}}$

$$\text{Остаток пороха } \Delta M = M - 50 \left(\frac{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}} v^2}{2 \eta q_{\text{пороха}}} \right) = 28 \text{ кг}$$

Ответ: 28

Вариант 2.2

Ядро диаметром 80 мм, сделанное из чугуна, используется в качестве снаряда для пушки. При выстреле снаряд имеет скорость 100 м/с. Известно, что КПД выстрела равно 24%. Пороховая бочка содержит 6 кг пороха. Сколько пороха останется в бочке после 80 выстрелов? Ответ представьте в кг и округлите до целого.

Плотность чугуна $\rho_{\text{чугуна}} = 8 \text{ г/см}^3$, удельная теплота сгорания пороха $q_{\text{пороха}} = 3,8 \text{ МДж/кг}$, формула для вычисления объема шара: $V_{\text{шара}} = \frac{4}{3}\pi(R)^3$, где R - радиус шара, $\pi=3,14$.

Решение:

1) По определению КПД: $\eta = E_k/Q = \frac{m_{\text{ядра}} v^2}{2 m_{\text{пороха}} q_{\text{пороха}}}$

2) $m_{\text{ядра}} = V_{\text{ядра}} \rho_{\text{чугуна}} = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}}$

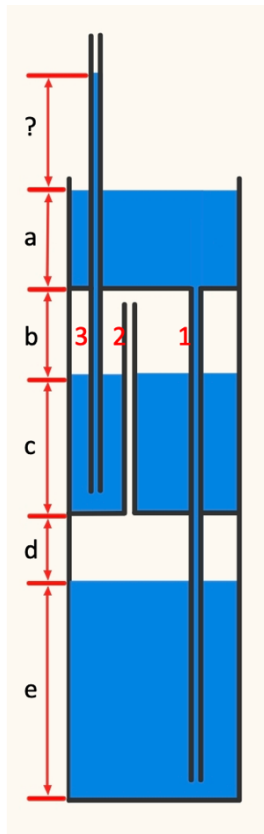
3) Выведем $m_{\text{пороха}}$ необходимое для одного выстрела: $m_{\text{пороха}} = \frac{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}} v^2}{2 \eta q_{\text{пороха}}}$

$$\text{Остаток пороха } \Delta M = M - 80 \left(\frac{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_{\text{чугуна}} v^2}{2 \eta q_{\text{пороха}}} \right) = 5 \text{ кг}$$

Ответ: 5

Задача 8-9.2.

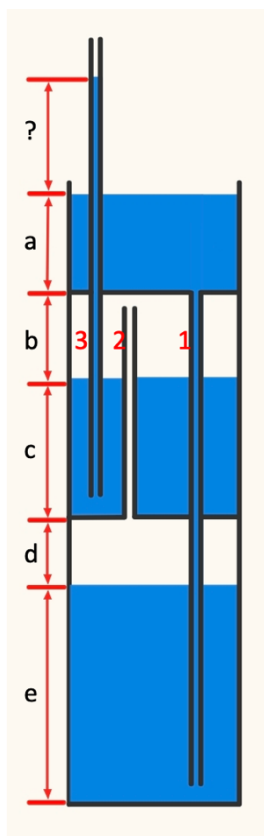
Вариант 1.1



Три пустых сосуда, расположенных один над другим заполнили водой. Сначала через трубку 3 заполнили сосуд в центре, затем через верхний сосуд, заполнили водой оставшиеся сосуды. Система со временем приходит в состояние равновесия (см.рисунок), при котором перетекание жидкостей прекращается. В процессе установления равновесия жидкость не выливается за пределы системы, воздушные объемы между сосудами герметичны. На сколько уровень воды в трубке 3 превышает уровень воды в верхнем сосуде при равновесном состоянии системы, если $a = 12$ мм; $b = 28$ мм; $c = 17$ мм; $d = 13$ мм; $e = 80$ мм. Ответ дайте в мм.

Ответ: 30

Вариант 1.2



Три пустых сосуда, расположенных один над другим заполнили водой. Сначала через трубку 3 заполнили сосуд в центре, затем через верхний сосуд, заполнили водой оставшиеся сосуды. Система со временем приходит в состояние равновесия (см.рисунок), при котором перетекание жидкостей прекращается. В процессе установления равновесия жидкость не выливается за пределы системы, воздушные объемы между сосудами герметичны. На сколько уровень воды в трубке 3 превышает уровень воды в верхнем сосуде при равновесном состоянии системы, если $a = 15$ мм; $b = 22$ мм; $c = 15$ мм; $d = 63$ мм; $e = 20$ мм. Ответ дайте в мм.

Ответ: 78

Решение 1 варианта:

Обозначим искомую величину как f . Давление столба воды в трубке 3 поддерживается давлением газа над водой в среднем и нижнем сосудах. Тогда высота столба в трубке 3: $a+b+f$. Также можно учесть давление атмосферы, но ввиду того, что сосуды были пустыми, то добавка давления атмосферы будет одинакова.

$$p = \rho g(a + b + f) + p_a$$

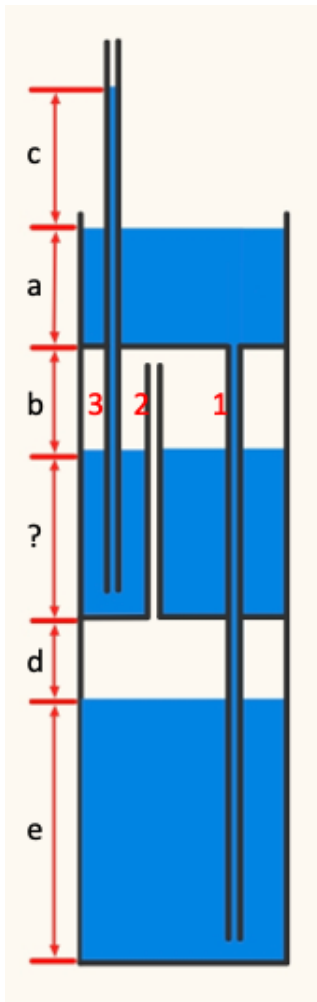
Давление газа равно давлению столба воды в трубке 1. Его высота $a+b+c+d$.

$$p = \rho g(a + b + c + d) + p_a$$

Приравняв уравнения, можно выразить искомую величину f :

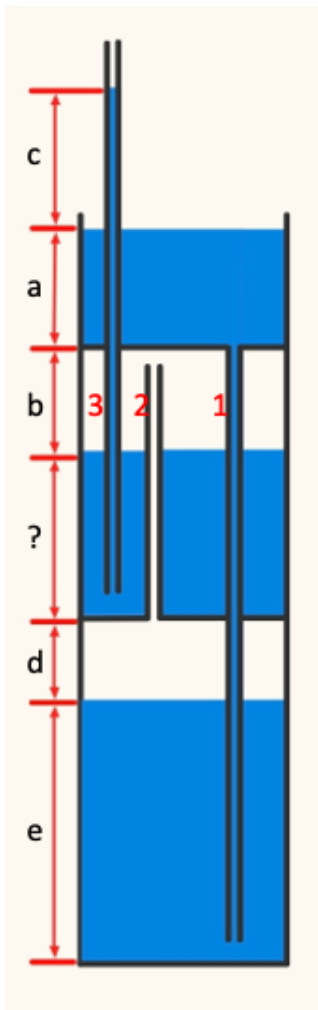
$$f = c + d$$

Ответ: $c+d$

**Вариант 2.1**

Три пустых сосуда, расположенных один над другим заполнили водой. Сначала через трубку 3 заполнили сосуд в центре, затем через верхний сосуд, заполнили водой оставшиеся сосуды. Система со временем приходит в состояние равновесия (см.рисунок), при котором перетекание жидкостей прекращается. В процессе установления равновесия жидкость не выливается за пределы системы, воздушные объемы между сосудами герметичны. Определите уровень воды среднем сосуде при равновесном состоянии системы, если $a = 8$ мм; $b = 5$ мм; $c = 11$ мм; $d = 7$ мм; $e = 24$ мм. Ответ дайте в мм.

Ответ: 4



Вариант 2.2

Три пустых сосуда, расположенных один над другим заполнили водой. Сначала через трубку 3 заполнили сосуд в центре, затем через верхний сосуд, заполнили водой оставшиеся сосуды. Система со временем приходит в состояние равновесия (см.рисунок), при котором перетекание жидкостей прекращается. В процессе установления равновесия жидкость не выливается за пределы системы, воздушные объемы между сосудами герметичны. Определите уровень воды среднем сосуде при равновесном состоянии системы, если $a = 9$ мм; $b = 6$ мм; $c = 27$ мм; $d = 13$ мм; $e = 50$ мм. Ответ дайте в мм.

Ответ: 14

Решение варианта 2:

Обозначим искомую величину как f . Давление столба воды в трубке 3 поддерживается давлением газа над водой в среднем и нижнем сосудах. Тогда высота столба в трубке 3: $a+b+f$. Также можно учесть давление атмосферы, но ввиду того, что сосуды были пустыми, то добавка давления атмосферы будет одинакова.

$$p = \rho g(a + b + c) + p_a$$

Давление газа равно давлению столба воды в трубке 1. Его высота $a+b+c+d$.

$$p = \rho g(a + b + f + d) + p_a$$

Приравняв уравнения, можно выразить искомую величину f :

$$f = c - d$$

Ответ: $c - d$

Задача 8-9.3.

Вариант 1.1

На столе стоят два стакана, в которые налито одинаковое количество воды массой m . Температура воды в первом стакане равна $t = 20^\circ\text{C}$, во втором $2t$. Вася перелил треть воды из второго стакана в первый. Дождавшись установления теплового равновесия, Вася перелил такое же количество воды из первого стакана обратно во второй. Определите температуру во втором стакане после всех переливаний. Теплообменом с окружающей средой пренебечь. Ответ приведите в градусах Цельсия и округлите до целого.

Решение:

Запишем уравнение теплового баланса, обозначив конечную температуру первого стакана, установившуюся после первого переливания через T . Долю воды, которую перелили в первый стакан, обозначим за $x \cdot m$:

$$cm(T-t) = cxm(2t-T) \quad (1)$$

Отсюда найдём конечную температуру, установившуюся в первом стакане:

$$T = t \frac{1+2x}{1+x} \quad (2)$$

Далее распишем уравнение теплового баланса для второго переливания. Конечную температуру, установившуюся во втором стакане, обозначим как τ :

$$cmx(\tau - T) = cm(1-x)(2t - \tau) \quad (3)$$

Раскрыв скобки и упростив выражение и выразив из этого выражения τ , получаем:

$$\tau = xT + 2t(1-x) \quad (4)$$

Подставим вместо T выражение (2),

$$\tau = \frac{xt(1+2x)}{1+x} + 2t(1-x) \quad (5)$$

Подставляя $x=1/3$, получаем $\tau = 35^\circ\text{C}$

Ответ: 35

Вариант 1.2

На столе стоят два стакана, в которые налито одинаковое количество воды массой m . Температура воды в первом стакане равна $t = 40^\circ\text{C}$, во втором $2t$. Вася перелил четверть воды из второго стакана в первый. Дождавшись установления теплового равновесия, Вася перелил такое же количество воды из первого стакана обратно во второй. Определите температуру во втором стакане после всех переливаний. Теплообменом с окружающей средой пренебечь. Ответ приведите в градусах Цельсия и округлите до целого.

Ответ: 72

Вариант 2.1

На столе стоят два стакана, в которые налито одинаковое количество воды массой m . Температура воды в первом стакане равна $t = 20^\circ\text{C}$, во втором $2t$. Вася перелил часть воды из второго стакана в первый. Дождавшись установления теплового равновесия, Вася перелил такое же количество воды из первого стакана обратно во второй. Конечная температура во втором стакане после всех переливаний получилась $1,8t$. Найти долю перелитой воды. Ответ приведите в процентах и округлите до целого.

Решение:

Запишем уравнение теплового баланса, обозначив конечную температуру первого стакана, установившуюся после первого переливания через T . Долю воды, которую перелили в первый стакан, обозначим за $x \cdot m$:

$$cm(T-t) = cxm(2t-T) \quad (1)$$

Отсюда найдём конечную температуру, установившуюся в первом стакане:

$$T = t \frac{1+2x}{1+x} \quad (2)$$

Далее распишем уравнение теплового баланса для второго переливания. Конечную температуру, установившуюся во втором стакане, обозначим как τ :

$$cmx(\tau - T) = cm(1-x)(2t - \tau) \quad (3)$$

Раскрыв скобки и упростив выражение и выразив из этого выражения τ , получаем:

$$\tau = xT + 2t(1-x) \quad (4)$$

Подставим вместо T выражение (2),

$$\tau = \frac{xt(1+2x)}{1+x} + 2t(1-x) \quad (5)$$

Поделив на t и подставив отношение $1,8$, получаем

$$\frac{\tau}{t} = (x+2)/(x+1); x = \frac{2-\frac{\tau}{t}}{\frac{\tau}{t}-1} = 0,2/0,8 = 0,25$$

$x = 1/4$ или 25%

Ответ: 25

Вариант 2.1

На столе стоят два стакана, в которые налито одинаковое количество воды массой m . Температура воды в первом стакане равна $t = 40^\circ\text{C}$, во втором $2t$. Вася перелил часть воды из второго стакана в первый. Дождавшись установления теплового равновесия, Вася перелил такое же количество воды из первого стакана обратно во второй. Конечная температура во втором стакане после всех переливаний получилась $1,75t$. Найти долю перелитой воды. Ответ приведите в процентах и округлите до целого. **Ответ: 33**