

1

При адиабатическом процессе для идеального газа выполняется закон  $pV^k = 1,3122 \cdot 10^7$  Па  $\cdot$  м<sup>4</sup>, где  $p$  – давление газа (в Па),  $V$  – объём газа (в м<sup>3</sup>),  $k = \frac{4}{3}$ . Найдите, какой объём  $V$  (в м<sup>3</sup>) будет занимать газ при давлении  $p$ , равном  $1,25 \cdot 10^6$  Па.

Ответ: \_\_\_\_\_.

2

При адиабатическом процессе для идеального газа выполняется закон  $pV^k = 81 \cdot 10^4$  Па  $\cdot$  м<sup>4</sup>, где  $p$  – давление газа (в Па),  $V$  – объём газа (в м<sup>3</sup>),  $k = \frac{4}{3}$ . Найдите, какой объём  $V$  (в м<sup>3</sup>) будет занимать газ при давлении  $p$ , равном  $6,25 \cdot 10^5$  Па.

Ответ: \_\_\_\_\_.

3

Наблюдатель находится на высоте  $h$ , выраженной в метрах. Расстояние от наблюдателя до наблюдаемой им линии горизонта, выраженное в километрах, вычисляется по формуле  $l = \sqrt{\frac{Rh}{500}}$ , где  $R = 6400$  км – радиус Земли. На какой высоте находится наблюдатель, если он видит линию горизонта на расстоянии 25,6 километра? Ответ дайте в метрах.

Ответ: \_\_\_\_\_.

4

Наблюдатель находится на высоте  $h$ , выраженной в метрах. Расстояние от наблюдателя до наблюдаемой им линии горизонта, выраженное в километрах, вычисляется по формуле  $l = \sqrt{\frac{Rh}{500}}$ , где  $R = 6400$  км – радиус Земли. На какой высоте находится наблюдатель, если он видит линию горизонта на расстоянии 60 километров? Ответ дайте в метрах.

Ответ: \_\_\_\_\_.

5

Двигаясь со скоростью  $v = 4$  м/с, трактор тащит сани с силой  $F = 90$  кН, направленной под острым углом  $\alpha$  к горизонту. Мощность, развиваемая трактором, вычисляется по формуле  $N = Fv \cos \alpha$ . Найдите, при каком угле  $\alpha$  (в градусах) эта мощность будет равна 180 кВт (кВт – это  $\frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ).

Ответ: \_\_\_\_\_.

6

Мяч бросили под острым углом  $\alpha$  к плоской горизонтальной поверхности земли. Время полёта мяча (в секундах) определяется по формуле  $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ . При каком значении угла  $\alpha$  (в градусах) время полёта составит 3 секунды, если мяч бросают с начальной скоростью  $v_0 = 30$  м/с. Считайте, что ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ:

7

Высота над землей подброшенного вверх мяча меняется по закону  $h(t) = 1,4 + 11t - 5t^2$ , где  $h$  – высота в метрах,  $t$  – время в секундах, прошедшее с момента броска. Сколько секунд мяч будет находиться на высоте не менее 7 метров?

Ответ: \_\_\_\_\_.

8

Высота над землей подброшенного вверх мяча меняется по закону  $h(t) = 1 + 11t - 5t^2$ , где  $h$  – высота в метрах,  $t$  – время в секундах, прошедшее с момента броска. Сколько секунд мяч будет находиться на высоте не менее 3 метров?

Ответ: \_\_\_\_\_.

9

Локатор батискафа, равномерно погружающегося вертикально вниз, испускает ультразвуковые импульсы частотой 744 МГц. Скорость погружения батискафа вычисляется по формуле  $v = c \cdot \frac{f - f_0}{f + f_0}$ , где  $c = 1500$  м/с – скорость звука в воде,  $f_0$  – частота испускаемых импульсов,  $f$  – частота отражённого от дна сигнала, регистрируемая приёмником (в МГц). Определите частоту отражённого сигнала в МГц, если скорость погружения батискафа равна 12 м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_.

10

Локатор батискафа, равномерно погружающегося вертикально вниз, испускает ультразвуковые импульсы частотой 217 МГц. Скорость погружения батискафа вычисляется по формуле  $v = c \cdot \frac{f - f_0}{f + f_0}$ , где  $c = 1500$  м/с – скорость звука в воде,  $f_0$  – частота испускаемых импульсов,  $f$  – частота отражённого от дна сигнала, регистрируемая приёмником (в МГц). Определите частоту отражённого сигнала в МГц, если скорость погружения батискафа равна 12 м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_.

11

При температуре  $0^\circ\text{C}$  рельс имеет длину  $l_0 = 10$  м. При возрастании температуры происходит тепловое расширение рельса, и его длина, выраженная в метрах, меняется по закону  $l(t^\circ) = l_0(1 + \alpha \cdot t^\circ)$ , где  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}(\text{C}^\circ)^{-1}$  – коэффициент теплового расширения,  $t^\circ$  – температура (в градусах Цельсия). При какой температуре рельс удлинится на 6 мм? Ответ дайте в градусах Цельсия.

Ответ: \_\_\_\_\_.

12

При температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  рельс имеет длину  $l_0 = 15\text{ м}$ . При возрастании температуры происходит тепловое расширение рельса, и его длина, выраженная в метрах, меняется по закону  $l(t^{\circ}) = l_0(1 + \alpha \cdot t^{\circ})$ , где  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}(\text{ }^{\circ}\text{C})^{-1}$  – коэффициент теплового расширения,  $t^{\circ}$  – температура (в градусах Цельсия). При какой температуре рельс удлинится на 7,2 мм? Ответ дайте в градусах Цельсия.

Ответ: \_\_\_\_\_.

13

Для обогрева помещения, температура в котором поддерживается на уровне  $T_{\text{п}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , через радиатор отопления пропускают горячую воду. Расход проходящей через трубу радиатора вода  $m = 0,5\text{ кг/с}$ . Проходя по трубе расстояние  $x$ , вода охлаждается от начальной температуры  $T_{\text{в}} = 72\text{ }^{\circ}\text{C}$  до температуры  $T$ , причем  $x = \alpha \frac{cm}{\gamma} \log_2 \frac{T_{\text{в}} - T_{\text{п}}}{T - T_{\text{п}}}$ , где  $c = 4200 \frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}}$  – теплоемкость воды,  $\gamma = 63 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}}$  – коэффициент теплообмена, а  $\alpha = 1,5$  – постоянная. Найдите, до какой температуры (в градусах Цельсия) охладится вода, если длина трубы радиатора равна 100 м.

Ответ: \_\_\_\_\_.

14

Для обогрева помещения, температура в котором поддерживается на уровне  $T_{\text{п}} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , через радиатор отопления пропускают горячую воду. Расход проходящей через трубу радиатора вода  $m = 0,5\text{ кг/с}$ . Проходя по трубе расстояние  $x$ , вода охлаждается от начальной температуры  $T_{\text{в}} = 79\text{ }^{\circ}\text{C}$  до температуры  $T$ , причем  $x = \alpha \frac{cm}{\gamma} \log_2 \frac{T_{\text{в}} - T_{\text{п}}}{T - T_{\text{п}}}$ , где  $c = 4200 \frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}}$  – теплоемкость воды,  $\gamma = 63 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}}$  – коэффициент теплообмена, а  $\alpha = 1,3$  – постоянная. Найдите, до какой температуры (в градусах Цельсия) охладится вода, если длина трубы радиатора равна 130 м.

Ответ: \_\_\_\_\_.

15

Груз массой 0,25 кг колеблется на пружине. Его скорость  $v$  меняется по закону  $v = v_0 \cos \frac{2\pi t}{T}$ , где  $t$  – время с момента начала колебаний,  $T = 2$  с – период колебаний,  $v_0 = 1,6$  м/с. Кинетическая энергия  $E$  (в джоулях) груза вычисляется по формуле  $E = \frac{mv^2}{2}$ , где  $m$  – масса груза в килограммах,  $v$  – скорость груза в м/с. Найдите кинетическую энергию груза через 56 секунду после начала колебаний. Ответ дайте в джоулях.

Ответ: \_\_\_\_\_.

16

Груз массой 0,58 кг колеблется на пружине. Его скорость  $v$  меняется по закону  $v = v_0 \cos \frac{2\pi t}{T}$ , где  $t$  – время с момента начала колебаний,  $T = 2$  с – период колебаний,  $v_0 = 2$  м/с. Кинетическая энергия  $E$  (в джоулях) груза вычисляется по формуле  $E = \frac{mv^2}{2}$ , где  $m$  – масса груза в килограммах,  $v$  – скорость груза в м/с. Найдите кинетическую энергию груза через 50 секунду после начала колебаний. Ответ дайте в джоулях.

Ответ: \_\_\_\_\_.

17

Расстояние от наблюдателя, находящегося на высоте  $h$  м над землей, выраженное в километрах, до видимой им линии горизонта вычисляется по формуле  $l = \sqrt{\frac{Rh}{500}}$ , где  $R = 6400$  км – радиус Земли. Человек, стоящий на пляже, видит горизонт на расстоянии 24 километров. К пляжу ведет лестница, каждая ступенька которой имеет высоту 20 см. На какое наименьшее количество ступенек нужно подняться человеку, чтобы он увидел горизонт на расстоянии не менее 32 километров?

Ответ: \_\_\_\_\_.

18

Расстояние от наблюдателя, находящегося на высоте  $h$  м над землей, выраженное в километрах, до видимой им линии горизонта вычисляется по формуле  $l = \sqrt{\frac{Rh}{500}}$ , где  $R = 6400$  км – радиус Земли. Человек, стоящий на пляже, видит горизонт на расстоянии 4 километров. На сколько метров нужно подняться человеку, чтобы расстояние до горизонта увеличилось до 24 км?

Ответ: \_\_\_\_\_.

19

Амплитуда колебаний маятника зависит от частоты вынуждающей силы и определяется по формуле  $A(\omega) = \frac{A_0\omega_p^2}{|\omega_p^2 - \omega^2|}$ , где  $\omega$  – частота вынуждающей силы (в  $\text{с}^{-1}$ ),  $A_0$  – постоянный параметр,  $\omega_p = 354 \text{ с}^{-1}$  – резонансная частота. Найдите максимальную частоту  $\omega$ , меньшую резонансной, для которой амплитуда колебаний превосходит величину  $A_0$  не более чем на 12,5%. Ответ дайте в  $\text{с}^{-1}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

20

Амплитуда колебаний маятника зависит от частоты вынуждающей силы и определяется по формуле  $A(\omega) = \frac{A_0\omega_p^2}{|\omega_p^2 - \omega^2|}$ , где  $\omega$  – частота вынуждающей силы (в  $\text{с}^{-1}$ ),  $A_0$  – постоянный параметр,  $\omega_p = 330 \text{ с}^{-1}$  – резонансная частота. Найдите максимальную частоту  $\omega$ , меньшую резонансной, для которой амплитуда колебаний превосходит величину  $A_0$  не более чем на 80%. Ответ дайте в  $\text{с}^{-1}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 21** Автомобиль разгоняется на прямолинейном участке шоссе с постоянным ускорением  $a$  км/ч<sup>2</sup>. Скорость вычисляется по формуле  $v = \sqrt{2la}$ , где  $l$  — пройденный автомобилем путь. Найдите ускорение, с которым должен двигаться автомобиль, чтобы, проехав 0,8 км, приобрести скорость 100 км/ч. Ответ выразите в км/ч<sup>2</sup>.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 22** Автомобиль разгоняется на прямолинейном участке шоссе с постоянным ускорением  $a = 6500$  км/ч<sup>2</sup>. Скорость вычисляется по формуле  $v = \sqrt{2la}$ , где  $l$  — пройденный автомобилем путь. Найдите, сколько километров проедет автомобиль к моменту, когда он разгонится до скорости 130 км/ч.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 23** Небольшой мячик бросают под острым углом  $\alpha$  к плоской горизонтальной поверхности земли. Максимальная высота полета мячика, выраженная в метрах, определяется формулой  $H = \frac{v_0^2}{4g}(1 - \cos 2\alpha)$ , где  $v_0 = 12$  м/с — начальная скорость мячика, а  $g$  — ускорение свободного падения (считайте  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>). При каком наименьшем значении угла  $\alpha$  мячик пролетит над стеной высотой 4,4 м на расстоянии 1 м? Ответ дайте в градусах.

Ответ: \_\_\_\_\_.

24

Мяч бросили под острым углом  $\alpha$  к плоской горизонтальной поверхности земли. Время полёта мяча (в секундах) определяется по формуле  $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ . При каком значении угла  $\alpha$  (в градусах) время полёта составит 1,4 секунды, если мяч бросают с начальной скоростью  $v_0 = 14 \text{ м/с}^2$ . Считайте, что ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

25

Установка для демонстрации адиабатического сжатия представляет собой сосуд с поршнем, резко сжимающим газ. При этом объём и давление связаны соотношением  $p_1 V_1^{1,4} = p_2 V_2^{1,4}$ , где  $p_1$  и  $p_2$  – давление газа (в атмосферах) в начальном и конечном состояниях,  $V_1$  и  $V_2$  – объём газа (в литрах) в начальном и конечном состояниях. Изначально объём газа равен 192 л, а давление газа равно одной атмосфере. До какого объёма нужно сжать газ, чтобы давление в сосуде стало 128 атмосфер? Ответ дайте в литрах.

Ответ: \_\_\_\_\_.

26

Для получения на экране увеличенного изображения лампочки в лаборатории используется собирающая линза с главным фокусным расстоянием  $f = 60 \text{ см}$ . Расстояние  $d_1$  от линзы до лампочки может изменяться в пределах от 95 до 115 см, а расстояние  $d_2$  от линзы до экрана – в пределах от 140 до 160 см. Изображение на экране будет четким, если выполнено соотношение

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f}.$$

Укажите, на каком наименьшем расстоянии от линзы можно поместить лампочку, чтобы ее изображение на экране было четким. Ответ выразите в сантиметрах.

Ответ: \_\_\_\_\_.



27

Независимое агентство намерено ввести рейтинг  $R$  новостных изданий на основе показателей информативности  $In$ , оперативности  $Op$  и объективности  $Tr$  публикаций. Каждый отдельный показатель — целое число от  $-1$  до  $1$ .

Составители рейтинга считают, что информативность публикаций ценится вчетверо, а объективность — вдвое дороже, чем оперативность, то есть

$$R = \frac{4In + Op + 2Tr}{A}.$$

Найдите, каким должно быть число  $A$ , чтобы издание, у которого все показатели максимальны, получило рейтинг  $1$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

28

Независимое агентство намерено ввести рейтинг  $R$  новостных изданий на основе показателей информативности  $In$ , оперативности  $Op$  и объективности  $Tr$  публикаций, а также качества  $Q$  сайта. Каждый отдельный показатель — целое число от  $0$  до  $4$ .

Составители рейтинга считают, что информативность публикаций ценится вдвое, а объективность — втрое дороже, чем оперативность и качество сайта, то есть

$$R = \frac{2In + Op + 3Tr + Q}{A}.$$

Найдите, каким должно быть число  $A$ , чтобы издание, у которого все показатели максимальны, получило рейтинг  $1$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

29

Водолазный колокол, содержащий  $\nu = 5$  моль воздуха объёмом  $V_1 = 26$  л, медленно опускают на дно водоёма. При этом происходит изотермическое сжатие воздуха до конечного объёма  $V_2$  (в л). Работа, совершаемая водой при сжатии воздуха, вычисляется по формуле  $A = \alpha \nu T \log_2 \frac{V_1}{V_2}$ , где  $\alpha = 8,5 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$  — постоянная,  $T = 300\text{К}$  — температура воздуха. Найдите, какой объём  $V_2$  будет занимать воздух в колоколе, если при сжатии воздуха была совершена работа в  $25500$  Дж. Ответ дайте в литрах.

Ответ: \_\_\_\_\_.

30

Водолазный колокол, содержащий  $\nu = 2$  моль воздуха объёмом  $p_1 = 2,4$  атмосферы, медленно опускают на дно водоёма. При этом происходит изотермическое сжатие воздуха до конечного давления  $p_2$  в атмосферах. Работа, совершаемая водой при сжатии воздуха, вычисляется по формуле  $A = \alpha \nu T \log_2 \frac{p_2}{p_1}$ , где  $\alpha = 13,5 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$  – постоянная,  $T = 300\text{К}$  – температура воздуха. Найдите, какое давление  $p_2$  будет занимать воздух в колоколе, если при сжатии воздуха была совершена работа в 16200 Дж. Ответ дайте в атмосферах.

Ответ: \_\_\_\_\_.

31

Для сматывания кабеля на заводе используют лебёдку, которая равноускоренно наматывает кабель на катушку. Угол, на который поворачивается катушка, изменяется со временем по закону  $\phi = wt + \frac{\beta t^2}{2}$ , где  $t$  – время в минутах,  $w = 60^\circ/\text{мин}$  – начальная угловая скорость вращения катушки, а  $\beta = 6^\circ/\text{мин}^2$  – угловое ускорение, с которым наматывается кабель. Рабочий должен проверить ход его намотки не позже того момента, когда угол намотки  $\phi$  достигнет  $3375^\circ$ . Определите время после начала работы лебёдки, не позже которого рабочий должен проверить её работу. Ответ выразите в минутах.

Ответ: \_\_\_\_\_.

32

В телевизоре ёмкость высоковольтного конденсатора  $C = 5 \cdot 10^{-6}$  Ф. Параллельно с конденсатором подключён резистор с сопротивлением  $R = 6 \cdot 10^6$  Ом. Во время работы телевизора напряжение на конденсаторе  $U_0 = 34$  кВ. После выключения телевизора напряжение на конденсаторе убывает до значения  $U$  (кВ) за время, определяемое выражением  $t = \alpha RC \log_2 \frac{U_0}{U}$  (с), где  $\alpha = 1,7$  – постоянная. Определите напряжение на конденсаторе, если после выключения телевизора прошла 51 с. Ответ дайте в киловольтах.

Ответ: \_\_\_\_\_.

33

Перед отправкой тепловоз издал гудок с частотой  $f_0 = 292$  Гц. Чуть позже издал гудок подъезжающий к платформе тепловоз. Из-за эффекта Доплера частота второго гудка  $f$  больше первого: она зависит от скорости тепловоза по закону  $f(v) = \frac{f_0}{1 - \frac{v}{c}}$  (Гц), где  $c$  –

скорость звука (в м/с). Человек, стоящий на платформе, различает сигналы по тону, если они отличаются не менее чем на 8 Гц. Определите, с какой минимальной скоростью приближался к платформе тепловоз, если человек смог различить сигналы, а  $c = 300$  м/с. Ответ выразите в м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_.

34

При сближении источника и приёмника звуковых сигналов движущихся в некоторой среде по прямой навстречу друг другу частота звукового сигнала, регистрируемого приёмником, не совпадает с частотой исходного сигнала  $f_0 = 130$  Гц и определяется следующим выражением:  $f = f_0 \frac{c + v}{c - v}$  (Гц), где  $c$  – скорость распространения сигнала в среде (в м/с), а  $uv = 15$  м/с и  $v = 9$  м/с – скорости приемника и источника относительно среды соответственно. При какой максимальной скорости  $c$  (в м/с) распространения сигнала в среде частота сигнала в приемнике  $f$  будет не менее 135 Гц?

Ответ: \_\_\_\_\_.

35

Рейтинг  $R$  интернет-магазина вычисляется по формуле  $R = r_{\text{пок}} - \frac{r_{\text{пок}} - r_{\text{экс}}}{(K + 1)^m}$ , где

$m = \frac{0,02K}{r_{\text{пок}} + 0,1}$ ,  $r_{\text{пок}}$  – средняя оценка магазина покупателями,  $r_{\text{экс}}$  – оценка магазина, данная экспертами,  $K$  – число покупателей, оценивших магазин. Найдите рейтинг интернет-магазина, если число покупателей, оценивших магазин, равно 15, их средняя оценка равна 0,3, а оценка экспертов равна 0,38.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**36**

При адиабатическом процессе для идеального газа выполняется закон  $pV^k = 7,776 \cdot 10^6$  Па  $\cdot$  м<sup>4</sup>, где  $p$  - давление в газе в паскалях,  $V$  - объем газа в кубических метрах,  $k = \frac{4}{3}$ . Найдите, какой объем  $V$  (в куб. м) будет занимать газ при давлении  $p$ , равном  $3,75 \cdot 10^6$  Па.

Ответ: \_\_\_\_\_.

Ответы:

1. 5,832
2. 0,216
3. 51,2
4. 281,25
5. 60
6. 30
7. 0,6
8. 1,8
9. 756
10. 220,5
11. 50
12. 40
13. 33
14. 23
15. 0,32
16. 1,16
17. 175
18. 43,75
19. 115
20. 220
21. 6250
22. 1,3
23. 60
24. 30
25. 6
26. 96
27. 7
28. 28
29. 6,5
30. 9,6

31. 25

32. 17

33. 8

34. 633

35. 0,31

36. 1,728