

**2.156.** Газ переведено із стану 1 в стан 2. Залежність його тиску від абсолютної температури показано на *рис. 62*. Збільшився чи зменшився об'єм газу? Масу газу вважати постійною.

**2.157.** Молекулярний пучок падає на стінку і відбивається від неї за законом пружного удару. Визначити тиск  $p$ , з яким молекулярний пучок тисне на стінку, якщо вектор швидкості молекул  $\vec{v}$  утворює кут  $\varphi$  з нормаллю до стінки. Маса кожної молекули  $m$ , а їхнє число в одиниці об'єму  $n$ . Розглянути випадки: а) стінка нерухома; б) стінка рухається в напрямку своєї нормалі зі швидкістю  $u$ .

**2.158.** Якою була початкова температура повітря, якщо при ізобарному нагріванні на  $3\text{ К}$  його об'єм зріс на  $1\%$  від початкового?

**2.159.** Яку масу повинне мати сферичне тіло радіусом  $r = 1\text{ м}$ , щоб воно могло плавати в атмосфері Венери? Атмосфера Венери складається з вуглекислого газу  $\text{CO}_2$ , тиск біля поверхні планети  $p_0 = 9\text{ МПа}$ , температура  $t = 527^\circ\text{С}$ .

**2.160.** Склянку масою  $m$  опускають догори дном у воду, температура якої дорівнює  $0^\circ\text{С}$ . При цьому дно склянки знаходиться на рівні поверхні води. На скільки підніметься дно склянки, якщо воду нагріти до  $100^\circ\text{С}$  (*рис. 63*)? Площа дна склянки  $S$ . Атмосферний тиск  $p_0$ . Тиском насиченої водяної пари при температурі  $0^\circ\text{С}$  нехтувати.

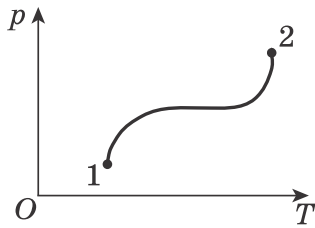


Рис. 62

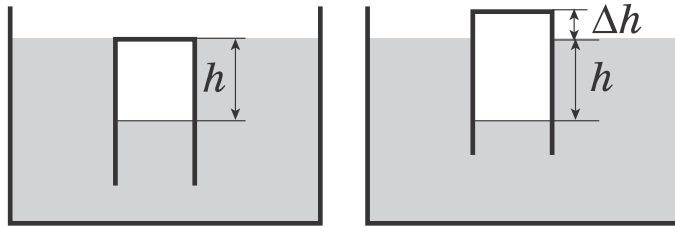


Рис. 63

**2.161.** Вважаючи повітря газом, який складається з однакових молекул, оцінити швидкість теплового руху молекул газу за нормальних умов.

**2.162.** У балоні знаходилось  $m = 0,3$  кг гелію. Через певний час внаслідок витікання гелію і зменшення абсолютної температури на  $10\%$  тиск у балоні зменшився на  $20\%$ . Скільки молекул гелію просочилося з балона?

**2.163.** Певна кількість водню знаходилася в закритій посудині при температурі  $T_1$  і тиску  $p_1 = 400$  Па. Газ нагріли до температури  $T_2$ , за якої молекули водню практично повністю розпалися на атоми, а тиск газу став  $p_2 = 40$  кПа. У скільки разів при цьому зросла середня квадратична швидкість частинок газу?

**2.164.** Поршень у циліндрі з повітрям прилягає до стінок циліндра нещільно і тому повільно пропускає повітря. Знята за час нагрівання при постійному тиску залежність об'єму від температури зображена на рис. 64. Збільшувалась чи зменшувалась маса повітря в циліндрі?

**2.165.** Визначити за графіком залежності об'єму певної маси газу від температури (рис. 65) характер зміни тиску газу під час нагрівання.

**2.166.** На рис. 66 показано циклічний процес, проведений над деякою масою газу. Зобразити цей процес у координатах  $p, T$  і  $V, T$ .

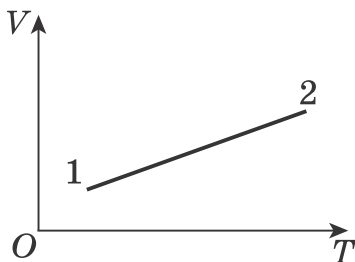


Рис. 64

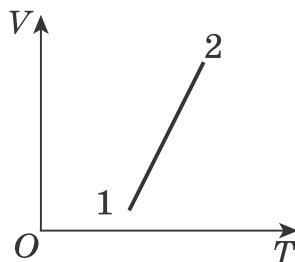


Рис. 65

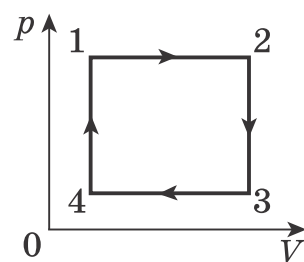


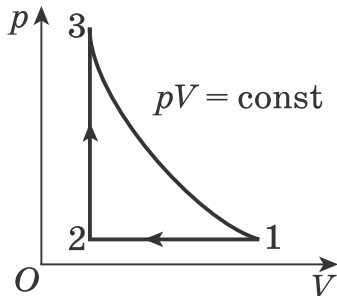
Рис. 66

**2.167.** Надувну кульку, заповнену гелієм, утримують на нитці. Знайти натяг нитки, якщо маса оболонки кульки  $m = 2$  г, об'єм  $V = 3$  л, тиск гелію  $p = 1,04 \cdot 10^5$  Па, температура повітря і гелію  $t = 27^\circ\text{C}$ .

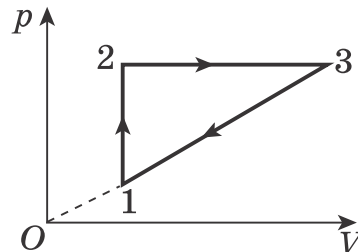
**2.168.** Дві посудини, з'єднані краном, містять однакове число атомів гелію. Середня швидкість атомів гелію в першій посудині  $v_1$ , в другій —  $v_2$ . Яка встановиться температура газу, якщо відкрити кран?

**2.169.** На рис. 67 показано графік зміни стану ідеального газу в координатах  $p, V$ . Показати цей процес у координатах  $p, T$  і  $V, T$ . Вказати, на якій з ділянок процесу газ віддає теплоту, а на яких — одержує.

**2.170.** Газ послідовно переводять із стану 1 з температурою  $T_1$  в стан 2 з температурою  $T_2$ , а потім в стан 3 з температурою  $T_3$  і повертають в стан 1. Визначити температуру  $T_3$ , якщо процеси зміни стану відбувалися так, як це показано на *рис. 68*, а температури  $T_1$  і  $T_2$  відомі.



*Рис. 67*



*Рис. 68*

**2.171.** Закритий з обох кінців горизонтальний циліндр заповнений ідеальним газом при температурі  $t = 27^\circ\text{C}$  і розділений рухомих теплоізолюючим поршнем на дві рівні частини довжиною  $M = 10$  кг кожна. На скільки треба підвищити температуру газу в одній половині циліндра, щоб поршень змістився на відстань  $l = 20$  см при незмінній температурі газу в другій половині циліндра?

**2.172.** У ліфті, що рухається з прискоренням  $a = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ , спрямованим вгору, знаходиться циліндрична посудина, закрита поршнем масою  $M = 20$  кг і площею  $S$ . Під поршнем знаходиться ідеальний газ. Поршень розміщений на відстані  $h = 22$  см від дна посудини. Визначити, на яку відстань  $\Delta h$  переміститься поршень, якщо ліфт рухатиметься з тим самим за модулем прискоренням, спрямованим униз. Температура газу не змінюється. Тертям поршня об стінки посудини нехтувати.

**2.173.** У вертикальній циліндричній посудині з гладенькими стінками, під поршнем масою  $m = 10$  кг і перерізом  $S = 50 \text{ см}^2$  знаходиться газ. Під час руху посудини по вертикалі з прискоренням  $a = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  висота стовпа газу під поршнем зменшується на  $\frac{1}{20}$  порівняно з висотою в нерухомій посудині. Вважаючи температуру газу в посудині незмінною, визначити зовнішній тиск  $p_0$ . Поршень герметично прилягає до стінок посудини.

**2.174.** Визначити підймальну силу повітряної кулі об'ємом  $V = 100 \text{ м}^3$ , заповненої гарячим повітрям при температурі  $t_1 = 147^\circ\text{C}$ . Куля сполучається з атмосферою. Температура зовнішнього повітря  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ , його тиск  $p = 700 \text{ мм рт. ст.}$

**2.175.** Теплоізолювана від зовнішнього середовища циліндрична посудина містить рухомих перегородку, яка може переміщатися без тертя. В початковий момент перегородка закріплена посередині посудини, причому по один

бік її знаходиться 1 моль якогось ідеального газу, а по другий бік 2 моль того самого газу. Перегородка теплопровідна, тому обидва гази мають однакову температуру. Як зміниться ця температура, якщо звільнити перегородку?

**2.176.** У вертикальному циліндрі під поршнем знаходиться кисень, маса якого дорівнює  $m$ , а молярна маса  $M$ . Для підвищення температури кисню на  $\Delta T$  йому надана кількість теплоти  $Q$ . Знайти питому теплоємність кисню в цьому процесі, роботу, виконану газом при розширенні, і збільшення його внутрішньої енергії.

**2.177.** Чи може теплоємність газу бути від'ємною?

**2.178.** У вертикальному теплоізоляованому циліндрі під поршнем масою  $M = 10$  кг знаходиться 1 моль ідеального одноатомного газу при температурі  $T_0 = 300$  К. Спочатку поршень утримували на висоті  $H_0 = 10$  см від дна циліндра, потім відпустили. Через деякий час поршень зайняв положення на висоті  $H = 20$  см від дна циліндра. Визначити, яка температура  $T$  встановиться в газі. Атмосферний тиск не враховувати.

**2.179.** Довгий стрижень із закритим, коротким циліндром на кінці обертається з кутовою швидкістю  $\omega = 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$  в горизонтальній площині навколо осі, яка проходить через кінець стрижня  $O$  (рис. 69). У циліндрі, площа перерізу якого  $S = 100 \text{ см}^2$ , знаходиться однорідне повітря, розділене поршнем маси  $m = 490$  г. При обертанні відстань від центра поршня до точки  $O$   $r = 1,36$  м. Знайти відношення об'ємів  $\frac{V_1}{V_2}$  повітря в циліндрі при обертанні, якщо відомо, що за відсутності обертання об'єми однакові і тиск повітря в них  $p = 1,1 \cdot 10^5$  Па.

**2.180.** У закритому відкачаному циліндрі підвішено на пружині поршень, який ковзає без тертя, положення рівноваги поршня знаходиться біля дна циліндра. Під поршень вводиться певна кількість повітря так, що поршень піднімається на висоту  $h = 10$  см при температурі  $t_1 = 27^\circ \text{C}$ . На яку висоту підніметься поршень, якщо кількість повітря під ним збільшиться в 5 разів, а температуру підвищити до  $t_2 = 37^\circ \text{C}$ .

**2.181.** На рис. 70 зображено три процеси, в кожному з яких температура ідеального газу змінюється на одне й те саме значення. У якому з цих процесів газ одержує найбільшу кількість теплоти?

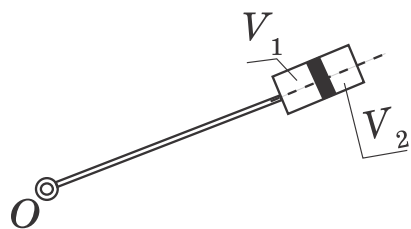


Рис. 69

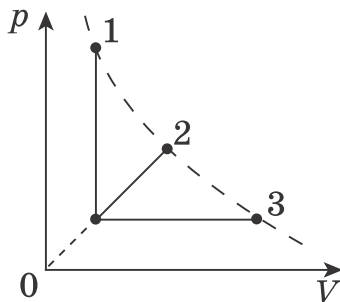


Рис. 70

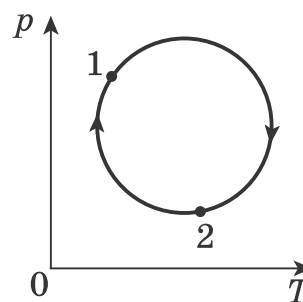


Рис. 71

**2.182.** З певною кількістю ідеального газу здійснюють коловий процес (цикл), показаний на діаграмі (рис. 71). Вказати, на якій ділянці циклу об'єм газу зростає і на якій — зменшувався.

**2.183.** Ідеальному одноатомному газу в процесі розширення була надана кількість теплоти, яка в  $n = 4$  рази перевищує його внутрішню енергію в початковому стані. У скільки разів збільшиться об'єм газу, якщо в процесі розширення він змінювався прямо пропорційно тиску ( $V = \alpha p$ , де  $\alpha$  — додатна стала)?

**2.184.** У вертикально розміщеній циліндричній посудині з площею перерізу  $S = 20 \text{ см}^2$  під поршнем масою  $M = 4 \text{ кг}$  міститься ідеальний одноатомний газ. Відстань між поршнем і дном посудини  $h = 1 \text{ м}$ . Газу надали кількість теплоти  $Q = 126 \text{ Дж}$ . У скільки разів зміниться середня квадратична швидкість молекул газу?

**2.185.** Ідеальний газ може переходити із стану  $p_1, V_1$  в стан  $p_2, V_2$  різними шляхами. Одного разу перехід здійснювався спочатку по ізобарі, а потім по ізохорі. Другий раз перехід здійснювався спочатку по ізохорі, а потім по ізобарі. Під час якого процесу виділилась більша кількість теплоти і на скільки?  $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ,  $V_1 = 3 \text{ м}^3$ ,  $p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ,  $V_2 = 1 \text{ м}^3$ .

**2.186.** Моль ідеального газу нагрівається при постійному тиску, а потім при постійному об'ємі переводиться в стан з температурою, рівною початковій температурі  $T_0 = 300 \text{ К}$ . Виявилось, що в результаті газу передана кількість теплоти  $Q = 5000 \text{ Дж}$ . У скільки разів змінився об'єм, що його займає газ?

**2.187.** Ідеальний газ розширюється до подвійного об'єму в процесі 1–2 з лінійною залежністю тиску від об'єму (рис. 72). Потім його ізобарно стискають у процесі 2–3 до початкового об'єму. Знайти відношення робіт, виконаних газом у процесах розширення і стискання. Відомо, що температури в станах 1 і 2 однакові.

**2.188.** Вологе повітря, маса якого дорівнює  $m$ , займає об'єм  $V$  при температурі  $T$  і тиску  $p$ . Тиск насиченої пари при цій температурі дорівнює  $p_{\text{н}}$ . Визначити відносну вологість повітря.

**2.189.** Коли маса водяної пари у повітрі більша — після місяця затяжних дощів з мокрим снігом в листопаді при температурі  $t_1 = 0^\circ \text{C}$  і відносній вологості  $\varphi_1 = 95\%$  чи після місяця сухої погоди в липні при температурі  $t_2 = 35^\circ \text{C}$  і вологості  $\varphi_2 = 40\%$ ? Тиск насиченої пари при  $0^\circ \text{C}$   $p_{\text{н}1} = 6,1 \cdot 10^9 \text{ Па}$ , при  $35^\circ \text{C}$   $p_{\text{н}2} = 56 \cdot 10^9 \text{ Па}$ .

**2.190.** В посудині об'ємом  $V = 100 \text{ дм}^3$  знаходилось сухе повітря. У посудину ввели воду, маса якої  $m = 60 \text{ г}$ , і герметично закрили її. Чи вся вода перетвориться на пару, якщо посудину нагріти до температури  $t = 100^\circ \text{C}$  і підтримувати цю температуру постійною? Зміною об'єму посудини при нагріванні нехтувати.

**2.191.** Яку кількість електроенергії слід затратити на приготування 1 кг льоду в домашньому холодильнику, якщо вважати, що він працює за ідеальним циклом? Кімнатна температура дорівнює  $20^\circ \text{C}$ , фреон охолоджений до температури  $-10^\circ \text{C}$ .