

**Розрахункова робота з курсу “Фізика”**  
**(розділи “Механіка” та “Молекулярна фізика”)**

**Частина 2. Молекулярна фізика**

Варіант	Номери задач							
1	201	211	221	231	241	251	261	271
2	202	212	222	232	242	252	262	272
3	203	213	223	233	243	253	263	273
4	204	214	224	234	244	254	264	274
5	205	215	225	235	245	255	265	275
6	206	216	226	236	246	256	266	276
7	207	217	227	237	247	257	267	277
8	208	218	228	238	248	258	268	278
9	209	219	229	239	249	259	269	279
10	210	220	230	240	250	260	270	280

**201.** Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул кислорода массой  $m = 0,5$  кг.

**202.** Сколько атомов содержится в ртути: 1) количеством вещества  $\nu = 0,2$  моль; 2) массой  $m = 1$  г?

**203.** Вода при температуре  $t = 4^\circ\text{C}$  занимает объем  $V = 10$  см<sup>3</sup>. Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул воды.

**204.** Найти молярную массу  $\mu$  и массу  $m_m$  одной молекулы поваренной соли.

**205.** Определить массу  $m_m$  одной молекулы углекислого газа.

**206.** Определить концентрацию  $n$  молекул кислорода, находящегося в сосуде вместимостью  $V = 2$  л. Количество вещества  $\nu$  кислорода равно  $0,2$  моль.

**207.** Определить количество вещества  $\nu$  водорода, заполняющего сосуд объемом  $V = 3$  л, если концентрация молекул газа в сосуде  $n = 2 \cdot 10^{18}$  м<sup>-3</sup>.

**208.** В баллоне вместимостью  $V = 3$  л содержится кислород массой  $m = 10$  г. Определить концентрацию  $n$  молекул газа.

**209.** Определить относительную молекулярную массу  $M_r$ : 1) воды; 2) углекислого газа; 3) поваренной соли.

**210.** Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул азота массой  $m = 0,2$  кг.

**211.** В цилиндр длиной  $l = 1,6$  м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении  $p_0$ , начали медленно вдвигать поршень площадью основания  $S = 200$  см<sup>2</sup>. Определить силу  $F$ , действующую на поршень, если его остановить на расстоянии  $l_1 = 10$  см от дна цилиндра.

**212.** В баллоне находится газ при температуре  $T_1 = 400$  К. До какой температуры  $T_2$  надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в 1,5 раза?

**213.** Баллон вместимостью  $V = 20$  л заполнен азотом при температуре  $T = 400$  К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 200$  кПа. Определить массу  $m$  израсходованного газа. Процесс считать изотермическим.

**214.** В баллоне вместимостью  $V = 15$  л находится аргон под давлением  $p_1 = 600$  кПа и при температуре  $T_1 = 300$  К. Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до  $p_2 = 400$  кПа, а температура установилась  $T_2 = 260$  К. Определить массу  $m$  аргона, взятого из баллона.

**215.** Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление  $p_1 = 2$  МПа и температура  $T_1 = 800$  К, в другом  $p_2 = 2,5$  МПа,  $T_2 = 200$  К. Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры  $T = 200$  К. Определить установившееся в сосудах давление  $p$ .

**216.** Вычислить плотность  $\rho$  азота, находящегося в баллоне под давлением  $p = 2$  МПа и имеющего температуру  $T = 400$  К.

**217.** Определить относительную молекулярную массу  $M_r$  газа, если при температуре  $T = 154$  К и давлении  $p = 2,8$  МПа он имеет плотность  $\rho = 6,1$  кг/м<sup>3</sup>.

**218.** Найти плотность  $\rho$  азота при температуре  $T = 400$  К и давлении  $p = 2$  МПа.

**219.** В сосуде вместимостью  $V = 40$  л находится кислород при температуре  $T = 300$  К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 100$  кПа. Определить массу  $m$  израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.

**220.** Определить плотность  $\rho$  водяного пара, находящегося под давлением  $p = 2,5$  кПа и имеющего температуру  $T = 250$  К.

**221.** Определить внутреннюю энергию  $U$  водорода, а также среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon \rangle$  молекулы этого газа при температуре  $T = 300$  К, если количество вещества  $\nu$  этого газа равно  $0,5$  моль.

**222.** Определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде вместимостью  $V = 3$  л под давлением  $p = 540$  кПа.

**223.** Количество вещества гелия  $\nu = 1,5$  моль, температура  $T = 120$  К. Определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех молекул этого газа.

**224.** Молярная внутренняя энергия  $U_m$  некоторого двухатомного газа равна  $6,02$  кДж/моль. Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon_{вр} \rangle$  вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.

**225.** Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon \rangle$  одной молекулы водяного пара при температуре  $T = 500$  К.

**226.** Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{кв} \rangle$  молекулы газа, заключенного в сосуд вместимостью  $V = 2$  л под давлением  $p = 200$  кПа. Масса газа  $m = 0,3$  г.

**227.** Водород находится при температуре  $T = 300$  К. Найти среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon_{вр} \rangle$  вращательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию  $E_k$  всех молекул этого газа; количество водорода  $\nu = 0,5$  моль.

**228.** При какой температуре средняя кинетическая энергия  $\langle \varepsilon_{п} \rangle$  поступательного движения молекулы газа равна  $4,14 \cdot 10^{-21}$  Дж?

**229.** В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки равна  $6 \cdot 10^{-10}$  г. Газ находится при температуре  $T = 400$  К. Определить средние квадратичные скорости  $\langle v_{кв} \rangle$ , а также средние кинетические энергии  $\langle \varepsilon_{п} \rangle$  поступательного движения молекулы азота и пылинки.

**230.** Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon_{п} \rangle$  поступательного движения и  $\langle \varepsilon_{вр} \rangle$  вращательного движения молекулы азота при температуре  $T = 1$  К. Определить также полную кинетическую энергию  $E_k$  молекулы при тех же условиях.

**231.** Определить молярную массу  $\mu$  двухатомного газа и его удельные теплоемкости, если известно, что разность  $c_p - c_v$  удельных теплоемкостей этого газа равна  $260$  Дж/(кг·К).

**232.** Найти удельные  $c_p$  и  $c_v$ , а также молярные  $C_p$  и  $C_v$  теплоемкости углекислого газа.

**233.** Определить показатель адиабаты  $\gamma$  идеального газа, который при температуре  $T = 350 \text{ K}$  и давлении  $p = 0,4 \text{ МПа}$  занимает объем  $V = 300 \text{ л}$  и имеет теплоемкость  $C_v = 857 \text{ Дж/К}$ .

**234.** В сосуде вместимостью  $V = 6 \text{ л}$  находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость  $C_v$  этого газа при постоянном объеме.

**235.** Определить относительную молекулярную массу  $M_r$  и молярную массу  $\mu$  газа, если разность его удельных теплоемкостей  $c_p - c_v = 2,08 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ .

**236.** Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости  $c_v = 10,4 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$  и  $c_p = 14,6 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ .

**237.** Найти удельные  $c_p$  и  $c_v$  и молярные  $C_p$  и  $C_v$  теплоемкости азота и гелия.

**238.** Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса  $\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  и отношение теплоемкостей  $C_p/C_v = 1,67$ .

**239.** Трехатомный газ под давлением  $p = 240 \text{ кПа}$  при температуре  $t = 20^\circ\text{C}$  занимает объем  $V = 10 \text{ л}$ . Определить теплоемкость  $C_p$  этого газа при постоянном давлении.

**240.** Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем  $V = 5 \text{ л}$ . Вычислить теплоемкость  $C_v$  этого газа при постоянном объеме.

**241.** Найти среднее число  $\langle z \rangle$  столкновений за время  $t = 1 \text{ с}$  и длину свободного пробега  $\lambda$  молекулы гелия, если газ находится под давлением  $p = 2 \text{ кПа}$  при температуре  $T = 200 \text{ К}$ .

**242.** Определить среднюю длину свободного пробега  $\lambda$  молекулы азота в сосуде вместимостью  $V = 5 \text{ л}$ . Масса газа  $m = 0,5 \text{ г}$ .

**243.** Водород находится под давлением  $p = 20 \text{ мкПа}$  и имеет температуру  $T = 300 \text{ К}$ . Определить среднюю длину свободного пробега  $\lambda$  молекулы такого газа.

**244.** При нормальных условиях длина свободного пробега  $\lambda$  молекулы водорода равна  $0,160 \text{ мкм}$ . Определить диаметр  $d$  молекулы водорода.

**245.** Какова средняя арифметическая скорость  $\langle v \rangle$  молекул кислорода при нормальных условиях, если известно, что средняя длина свободного пробега  $\lambda$  молекулы кислорода при этих условиях равна  $100 \text{ нм}$ ?

**246.** Кислород находится под давлением  $p = 133 \text{ нПа}$  при температуре  $T = 200 \text{ К}$ . Вычислить среднее число  $\langle z \rangle$  столкновений молекулы кислорода при этих условиях за время  $t = 1 \text{ с}$ .

**247.** При каком давлении  $p$  средняя длина свободного пробега  $\lambda$  молекул азота равна  $1 \text{ м}$ , если температура газа  $t = 10^\circ\text{C}$ ?

**248.** В сосуде вместимостью  $V = 5 \text{ л}$  находится водород массой  $m = 0,5 \text{ г}$ . Определить среднюю длину свободного пробега  $\lambda$  молекулы водорода в этом сосуде.

**249.** Средняя длина свободного пробега  $\lambda$  молекулы водорода при некоторых условиях равна  $2 \text{ мм}$ . Найти плотность  $\rho$  водорода при этих условиях.

**250.** В сферической колбе вместимостью  $V = 3 \text{ л}$ , содержащей азот, создан вакуум с давлением  $p = 80 \text{ мкПа}$ . Температура газа  $T = 250 \text{ К}$ . Можно ли считать вакуум в колбе высоким? Вакуум считается высоким, если длина свободного пробега молекул в нем много больше линейных размеров сосуда.

**251.** Определить количество теплоты  $Q$ , которое надо сообщить кислороду объемом  $V = 50 \text{ л}$  при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на  $\Delta p = 0,5 \text{ МПа}$ .

**252.** При изотермическом расширении азота при температуре  $T = 280 \text{ К}$  объем его увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу  $A$ ; 2) изменение внутренней энергии  $\Delta U$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , полученное газом. Масса азота  $m = 0,2 \text{ кг}$ .

**253.** При адиабатном сжатии давление воздуха было увеличено от  $p_1 = 50 \text{ кПа}$  до  $p_2 = 0,5 \text{ МПа}$ . Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление  $p_3$  газа в конце процесса.

**254.** Кислород массой  $m = 200 \text{ г}$  занимает объем  $V_1 = 100 \text{ л}$  и находится под давлением  $p_1 = 200 \text{ кПа}$ . При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема  $V_2 = 300 \text{ л}$ , а затем его давление возросло до  $p_3 = 500 \text{ кПа}$  при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа, совершенную газом работу  $A$  и теплоту  $Q$ , переданную газу. Построить график процесса.

**255.** Объем водорода при изотермическом расширении при температуре  $T = 300 \text{ К}$  увеличился в  $n = 3$  раза. Определить работу  $A$ , совершенную газом, и теплоту  $Q$ , полученную при этом. Масса  $m$  водорода равна  $200 \text{ г}$ .

**256.** Азот массой  $m = 0,1 \text{ кг}$  был изобарно нагрет от температуры  $T_1 = 200 \text{ К}$  до температуры  $T_2 = 400 \text{ К}$ . Определить работу  $A$ , совершенную газом, полученную им теплоту  $Q$  и изменение  $\Delta U$  внутренней энергии азота.

**257.** Во сколько раз увеличится объем водорода, содержащий количество вещества  $\nu = 0,4 \text{ моль}$  при изотермическом расширении, если при этом газ получит количество теплоты  $Q = 800 \text{ Дж}$ ? Температура водорода  $T = 300 \text{ К}$ .

**258.** Какая работа  $A$  совершается при изотермическом расширении водорода массой  $m = 5 \text{ г}$ , взятого при температуре  $T = 290 \text{ К}$ , если объем газа увеличивается в три раза?

**259.** Какая доля  $w_1$  количества теплоты  $Q$ , подводимого к идеальному двухатомному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение  $\Delta U$  внутренней энергии газа и какая доля  $w_2$  – на работу  $A$  расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный; 3) трехатомный.

**260.** Определить работу  $A$ , которую совершит азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты  $Q = 21 \text{ кДж}$ . Найти также изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа.

**261.** Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника  $T_2 = 290 \text{ К}$  и теплоотдатчика  $T_1 = 400 \text{ К}$ . Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до  $T_{11} = 600 \text{ К}$ ?

**262.** Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура  $T_1$  теплоотдатчика в четыре раза ( $n = 4$ ) больше температуры теплоприемника. Какую долю  $w$  количества теплоты, полученного за один цикл от теплоотдатчика, газ отдаст теплоприемнику?

**263.** Определить работу  $A_2$  изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, КПД которого  $\eta = 0,4$ , если работа изотермического расширения равна  $A_1 = 8 \text{ Дж}$ .

**264.** Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику теплоту  $Q_2 = 14 \text{ кДж}$ . Определить температуру  $T_1$  теплоотдатчика, если при температуре теплоприемника  $T_2 = 280 \text{ К}$  работа цикла  $A = 6 \text{ кДж}$ .

**265.** Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту  $Q_1 = 4,38 \text{ кДж}$  и совершил работу  $A = 264 \text{ кДж}$ . Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприемника  $T_2 = 273 \text{ К}$ .

**266.** Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику 67% теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить температуру  $T_2$  теплоприемника, если температура теплоотдатчика  $T_1 = 430 \text{ К}$ .

**267.** Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от  $T_1 = 380 \text{ К}$  до  $T_{11} = 560 \text{ К}$ ? Температура теплоприемника  $T_2 = 280 \text{ К}$ .

**268.** Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика  $T_1 = 500 \text{ К}$ , температура теплоприемника  $T_2 = 250 \text{ К}$ . Определить КПД  $\eta$  цикла, а также работу  $A_1$  рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа  $A_2 = 70 \text{ Дж}$ .

**269.** Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту  $Q_1 = 84 \text{ кДж}$ . Определить работу  $A$  газа, если температура  $T_1$  теплоотдатчика в три раза выше температуры  $T_2$  теплоприемника.

**270.** В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту  $Q_1 = 500 \text{ Дж}$  и совершил работу  $A = 100 \text{ Дж}$ . Температура теплоотдатчика  $T_1 = 400 \text{ К}$ . Определить температуру  $T_2$  теплоприемника.

**271.** Найти массу  $m$  воды, вошедшей в стеклянную трубку с диаметром канала  $d = 0,8 \text{ мм}$ , опущенную в воду на малую глубину. Считать смачивание полным.

**272.** Какую работу  $A$  надо совершить при выдувании мыльного пузыря, чтобы увеличить его объем от  $V_1 = 8 \text{ см}^3$  до  $V_2 = 16 \text{ см}^3$ ? Считать процесс изотермическим.

**273.** Какая энергия  $E$  выделится при слиянии двух капель ртути диаметром  $r_1 = 0,8 \text{ мм}$  и  $r_2 = 1,2 \text{ мм}$  в одну каплю?

**274.** Определить давление  $p$  внутри воздушного пузырька диаметром  $d = 4 \text{ мм}$ , находящегося в воде у самой ее поверхности. Считать атмосферное давление нормальным.

**275.** Пространство между двумя стеклянными параллельными пластинками с площадью поверхности  $S = 100 \text{ см}^2$  каждая, расположенными на расстоянии  $l = 20 \text{ мкм}$  друг от друга, заполнено водой. Определить силу  $F$ , прижимающую пластинки друг к другу. Считать мениск вогнутым с диаметром  $D$ , равным расстоянию между пластинками.

**276.** Глицерин поднялся в капиллярной трубке диаметром канала  $r = 1 \text{ мм}$  на высоту  $H = 20 \text{ мм}$ . Определить поверхностное натяжение  $\alpha$  глицерина. Считать смачивание полным.

**277.** В воду опущена на очень малую глубину стеклянная трубка с диаметром канала  $d = 1 \text{ мм}$ . Определить массу  $m$  воды, вошедшей в трубку.

**278.** На сколько давление  $p$  воздуха внутри мыльного пузыря больше нормального атмосферного давления  $p_0$ , если диаметр пузыря  $d = 5 \text{ мм}$ ?

**279.** Воздушный пузырек диаметром  $d = 2,2 \text{ мкм}$  находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность  $\rho$  воздуха в пузырьке, если воздух над поверхностью воды находится при нормальных условиях.

**280.** Две капли ртути радиусом  $r = 1,2 \text{ мм}$  каждая слились в одну большую каплю. Определить энергию  $E$ , которая выделится при этом слиянии. Считать процесс изотермическим.