

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра общей и теоретической физики

Дисциплина: Молекулярная физика

Контрольная работа № 2

Тема: «Основы молекулярно-кинетической теории.  
Распределения Максвелла и Больцмана»

(пример контрольной работы)

Составил ассистент  
кафедры ОТФ СамГУ  
Филиппов Ю.П.

СамГУ-Самара

2005 год

---

### Вариант № 1

1. Плотность смеси кислорода  $O_2$  и азота  $N_2$  при нормальных условиях  $\rho = 1.29$  (кг/м<sup>3</sup>). Определить относительные концентрации молекул данных газов (относительная концентрация есть отношение концентрации данного сорта газа к концентрации молекул смеси).
2. Смесь кислорода  $O_2$  и азота  $N_2$  находится при температуре  $t = 500^\circ\text{C}$ . При каком значении скорости  $v$  молекул значения функции  $F_{N_2}(v)$  будет в 2 раза больше значения функции  $F_{O_2}(v)$ ?
3. Отношение концентраций молекул  $He_2$  и  $O_2$  у поверхности Земли составляет  $\eta_0$ , на высоте  $h - \eta$ . Полагая, что температура газов ( $T = 300$  К) и ускорение свободного падения ( $g = 9.8$  (м/с<sup>2</sup>)) не зависят от высоты, найти высоту над поверхностью Земли, на которой отношение  $\eta/\eta_0 = 1.5$ ?

---

### Вариант № 2

1. Найти число атомов в молекуле газа, у которого при "замораживании" колебательных степеней свободы, постоянная  $\gamma$  увеличивается в  $\eta = 16/13$  раза.
2. Функция распределения вероятностей значений некоторой случайной величины  $x$  имеет вид  $f(x) = A \cdot x^2$ , при  $0 \leq x \leq a$ . Вне этого интервала  $f(x) \equiv 0$ . Здесь  $A, a$  – постоянные. Считая, что  $a$  задано, найти средние значения  $x$  и  $x^2$ .
3. Газ находится в очень высоком цилиндрическом сосуде при температуре  $T$ . Считая, что поле тяжести является однородным, найти среднее значение потенциальной энергии молекул газа. Как зависит эта величина от того, состоит ли газ из одного сорта молекул или нескольких сортов?

---

### Вариант № 3

1. Вычислить показатель адиабаты  $\gamma$  для смеси, состоящей из  $\nu_1$  молей двухатомного газа,  $\nu_2$  молей трехатомного газа из жестких молекул (трехатомные молекулы не являются линейными).
2. Функция распределения вероятностей значений некоторой случайной величины  $x$  имеет вид  $f(x) = A \cdot x^3$  при  $0 \leq x \leq a$ . Вне этого интервала  $f(x) \equiv 0$ . Здесь  $A, a$  – постоянные. Считая, что  $a$  задано, найти средние значения  $x$  и  $x^3$ .
3. Отношение концентраций молекул  $He_2$  и  $N_2$  у поверхности Земли составляет  $\eta_0$ , на высоте  $h - \eta$ . Полагая, что температура газов ( $T = 300$  К) и ускорение свободного падения ( $g = 9.8$  (м/с<sup>2</sup>)) не зависят от высоты, найти высоту над поверхностью Земли, на которой отношение  $\eta/\eta_0 = 1.4$ ?

---

### Вариант № 4

1. Найти число атомов в молекуле газа, у которого при "замораживании" колебательных степеней свободы, постоянная  $\gamma$  увеличивается в  $\eta = 14/11$  раза.
2. Смесь гелия  $He_2$  и азота  $N_2$  находится при температуре  $t = 300^\circ\text{C}$ . При каком значении скорости  $v$  молекул значение функции  $F_{He_2}(v)$  будет в 3 раза больше значения функции  $F_{N_2}(v)$ ?
3. В очень высоком вертикальном цилиндрическом сосуде находится молекулярный азот при некоторой температуре  $T$ . Считая поле тяжести однородным, найти как изменится концентрация газа у поверхности Земли, если температуру газа увеличить в  $n$  раз.

---

Составитель: ассистент кафедры ОТФ \_\_\_\_\_ Ю.П. Филиппов.