9. (Динамика твёрдого тела) Однородный шар массы m и радиуса R скатывается без скольжения по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Найти: а) значения коэффициента трения, при которых скольжения не будет; б) кинетическую энергию шара через t секунд после начала движения.

Ответ: а) $k \geq (2/7) \tan \alpha$; б) $T = (5/14)mg^2t^2 \sin^2 \alpha$.

10. (Релятивистская механика) Найти скорость, при которой релятивистский импульс частицы в $\eta = 2$ раза превышает её ньютоновский импульс.

Ответ: Пусть заряд q движется в положительном направлении оси x K -системы отсчёта. Перейдём в K' -систему, в начале координат которой этот заряд покоится (оси x' и x обеих систем совпадают, оси y' и y – параллельны). В K' -системе поле заряда имеет наиболее простой вид: $E' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r'^3} r'$.

11. (Уравнение состояния газа. Процессы) В сосуде находится смесь $m_1 = 7,0$ г азота и $m_2 = 11$ г углекислого газа при температуре $T = 290$ К и давлении $p_0 = 1,0$ атм. Найти плотность этой смеси, считая газы идеальными.

Ответ: $p = \frac{p_0(m_1+m_2)}{RT(m_1/M_1+m_2/M_2)} = 1,5$ г/л.

12. (Уравнение состояния газа. Процессы) Один моль азота находится в сосуде объёмом $V = 1,00$ л. Найти: а) температуру азота, при которой ошибка в давлении, определяемом уравнением состоянием идеального газа, составляет $\eta = 10\%$ (по сравнению с давлением согласно уравнению Ван-Дер-Ваальса); б) давление газа при этой температуре.

Ответ: а) $T = a(V - b)(1 + \eta)/RV(\eta V + b) = 133$ К; б) $p = RT/(V - b) - a/V^2 = 9,9$ атм.

13. (Первое начало термодинамики. Теплоёмкость) Один моль идеального газа с показателем адиабаты γ совершает процесс, при котором его давление зависит от температуры по закону $p = aT^\alpha$, где a и α – постоянные. Найти: а) работу, которую произведёт газ, если его температура испытает приращение ΔT ; б) молярную теплоёмкость газа в этом процессе; при каком значении α теплоёмкость будет отрицательной?

Ответ: а) $A = (1 - \alpha)R\Delta T$; б) $C = R/(\gamma - 1) + R(1 - \gamma)$; $C < 0$ при $\alpha > \gamma/(\gamma - 1)$.

14. (Молекулярно-кинетическая теория. Распределение Максвелла и Больцмана) Вычислить с помощью распределения Максвелла число ν молекул газа, падающих в единицу времени на единичную площадку, если концентрация молекул n , температура T и масса каждой молекулы m .

Ответ: $\nu = (1/4)n\langle v \rangle$, где $\langle v \rangle = \sqrt{8kT/\pi m}$.

15. (Второе начало термодинамики. Энтропия) Идеальный газ с показателем адиабаты γ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Найти к.п.д. такого цикла, если абсолютная температура газа возрастает в n раз как при изохорическом нагреве, так и при изобарическом расширении.

Ответ: $\eta = 1 - (n + \gamma)/(1 + \gamma n)$.

16. (Второе начало термодинамики. Энтропия) Один моль идеального газа с известным значением теплоёмкости C_V совершает процесс, при котором его энтропия S зависит от температуры T как $S = \alpha/T$, где α – постоянная. Температура газа изменилась от T_1 до T_2 . Найти: а) молярную теплоёмкость газа как функцию его температуры; б) количество тепла, сообщённое газу; в) работу, которую совершил газ.

Ответ: а) $C = -\alpha/T$; б) $Q = \alpha \ln(T_1/T_2)$; в) $A = \alpha \ln(T_1/T_2) + C_V(T_1 - T_2)$.