

Q1 これは提出は不要です

Q2 分子の世界：僅か  $1 \mu\text{m}^3$  中の水分子の質量は  g、個数は約  個。膨大で1個ずつ計算するのは 。膨大な数の分子の世界を理解するには  学が有用 =>膨大な数の分子の振る舞いを理解し、計算し、予測できる ( 論を使う)。

Q3 熱・統計力学は何に役に立つか？ =>シミュレーションと  の基礎、ドラッグデザイン、機能設計、 バイオロジー・・・ もちろん今後の実験実習や卒研でも使う

Q4 多原子分子には  運動があり、タンパク質などの生体分子が機能する上で重要。内部運動が重要である生体機能の具体例として  などがある。

Q5 物質のもつ全エネルギー  $E = \text{$ 。全運動エネルギー  $K = \text{$ 。  $K_{tr}$  は並進運動 (全体の並進)  $K_i$  は内部運動 (分子全体の回転や内部の振動など)。全ポテンシャルエネルギー  $V = \text{$ 。  $V_i$  : 物質内部の粒子間に働く相互作用ポテンシャル、  $V_e$  : 物質の外からの力 ( 場や  場など) によるポテンシャル。内部エネルギー  $U$  とは全エネルギー  $E$  から外力の寄与  $V_e$  を除いたもの  $U = \text{$  = 。

Q6 多原子分子内部の原子間に働くポテンシャルには 、、 の3種のポテンシャルがある。実在気体の間に働くポテンシャルには  ポテンシャルと  ポテンシャルがある。

Q7 物理の本質は モノの  の説明 つまり力、速度、位置の変化を計算すること。例：時刻  $t=0$  に 位置  $r(0)$  にいる 速度  $v_0$  で 質量  $m$  の分子の運動は、力が働いてないとき、  $t$  秒後には、どうなるか？ ①加速度  $a$  は 力 ÷ 質量 つまり  $a = \text{$  = 0 ②時間  $t$  秒後の速度  $v(t)$  は加速度  $a(t)$  の積分： $v(t) = v_0 + a(t) \cdot t$  より 速度は  $v(t) = \text{$  ③このとき分子の位置  $r(t)$  は速度  $v(t)$  の積分： $r(t) = r(0) + \text{$  これは  運動。

Q8 静止分子 (質量  $m$ 、速度  $v=0$ ) に、一定の力  $f$  が働くと運動は？ ①加速度  $a$  は  $a = f/m$  (今度は0でない) ② 時間  $t$  秒後の速度  $v(t)$  は加速度  $a(t)$  の積分： 仮に力  $f$  が時間によらず一定なら  $a$  も一定： $v(t) = \text{$  速度は一定増加 ③このとき分子の位置  $r(t)$  は速度  $v(t)$  の積分： $r(t) = r(0) + \text{$  これは例えば重力場中の自由落下と同じ。④分子間力があると、計算は複雑だが、考え方は同じ=>それが分子動力学  シミュレーション=>原理的には全宇宙の  も計算が可能

Q9 単原子分子理想気体分子とは個性も  も無い 。内部に  がない。粒子間に相互作用がなく自由に動く。つまりポテンシャル  $V_i = \text{$ 。なので全エネルギー  $E = \text{$ 。単原子分子は当然分子の内部運動はないから  $K_i = \text{$  となり 運動エネルギー  $K = \text{$ 。さらに各粒子は全て  (個性がない) なので、適当に2つの粒子を選んで  ても結果は変わらない。(ホントウは、理想気体には  があるが、現実の気体には弱いがあるから、 的に成立しているとみなす)

Q10 エネルギーと圧力；平均の速さ  $u$ 、質量  $m$  の  $N$  個の単原子分子理想気体からなる物質の 内部エネルギー  $U$  は？  $U = \text{$ 。  $U = \text{$ 。一粒子の平均エネルギー  $e = \text{$  =  $K/N = 1/2 \text{$ 。平均の速度ベクトル  $\underline{v} (v_x, v_y, v_z)$  を使うと  $e = M/2 ( \text{$  ) =  $3/2 \text{$ 。

Q11 粒子が容器の壁に衝突するときの運動量変化から圧力計算：壁で完全に跳ね返る時 (完全弾性衝突)、1 個の粒子の運動量の変化は  $M(v_x) - M(-v_x) = 2M \text{$  =  $M \Delta v$ 。衝突し跳ね返るまでのかかる時間を  $\Delta t$  とすると 力学の定理より：力  $f$  と時間  $\Delta t$  の積 (力積) = 運動量の変化： $f \cdot \Delta t = 2 \text{$ 。運動方程式： $f = \text{$  /  $\Delta t$ 。単位面積に単位時間あたりに壁に衝突する個数  $\alpha$  とすると  $\alpha \cdot \Delta t$  は、各時刻に壁に接触している粒子数。圧力  $P$  は単位時間あたりの壁が受ける力だから  $P = f \cdot \alpha \cdot \Delta t = 2 \text{$  (3)

Q12 衝突する粒子数は 容器の中の粒子の密度  に  $x$  方向の速度  $v_x$  を掛けて  で割ったもの： $\alpha = (N/V) \cdot \text{$ 。これを (3) 式に代入すると  $P = N/V \cdot M v_x^2$  最後に (1) (2) 式  $e = U/N = 3/2$  を使って  $P = N/V \cdot 2/3 e = 2/3 U/V => U = \text{$  (4) 単原子分子理想気体での、内部エネルギーと圧力に関する基本的な関係式 圧力の単位：パスカル  $1 \text{Pa} = 1 \text{$  =  $1 \text{$ 、 $1 \text{mb} = 100 \text{Pa}$ 、 $1 \text{気圧} = \text{$  mb

\*速すぎ5やや速い4適当3やや遅い2遅すぎ1、 難すぎ5やや難4適当3やや易しい2易すぎ1、 予復時間1桁 下欄へ E 内容、形式に関して、感想・要望 他ご自由に  QR コード

