

V 惑星科学

以下の3問 (V-1, V-2, および V-3) のうち2問に解答せよ。

V-1 (選択) 次表は太陽系の元素存在度の多いものトップ10を, Si = 10^6 で規格化して示したものである。元素の性質として, (a)気体, (b)岩石, (c)金属および硫化物, または(d)氷になり易いものにわけることができる。表では1 bar, 100K 程度での物質状態を示した。元素によっては2つ以上の状態で存在することに注意して以下の問題に答えよ。

元素	原子量	存在度	物質状態	元素	原子量	存在度	物質状態
H	1	3×10^{10}	a,d	Ne	20	3×10^6	a
He	4	3×10^9	a	Mg	24	1×10^6	b
C	12	1×10^7	d	Si	28	1×10^6	b
N	14	3×10^6	a	S	32	5×10^5	c
O	16	2.4×10^7	b,d	Fe	56	1×10^6	b,c

問題 1 太陽系における(a)~(d)までの物質の質量比 (岩石=1 とする) を計算せよ。ただし次の情報を利用せよ。(注意: 答えだけではなく計算の過程も記すこと。)

- (1) C はすべて CO_2 氷 (ドライアイス) として存在すると仮定する。
- (2) 岩石そして CO_2 氷で使われた O を除いた残りの O はすべて H_2O 氷として存在すると仮定する。
- (3) 氷で使われた H を除いた残りの H はすべて気体 (H_2) として存在すると仮定する。
- (4) 簡単のため Fe は全て金属・硫化物に使われると仮定する。

問題 2 太陽系の元素存在度をもつ全質量 2×10^{30} g の物質から木星型惑星, 天王星型惑星, 地球型惑星をつくるとしたら各々どの程度の質量の惑星になるか, 問題 1 の結果を利用して答えよ。

V-2 (選択) ある恒星を観測したところ、恒星が放つ輝線スペクトルの波長が一定の周期で正弦関数的に変動していることが分かった。一方恒星の光度に時間変化はなかった。光速度を c 、万有引力定数を G として以下の問いに答えなさい。

問題1 この恒星には円軌道を描いて公転する伴星が存在すると考えられる。それはなぜか説明せよ。

問題2 観測された輝線スペクトルの波長の平均値は λ 、変動幅は $\Delta\lambda$ だった。これらの量を用いて恒星の視線方向の運動速度変化の振幅 Δv をあらわせ。ただし $\Delta\lambda \ll \lambda$ とする。

問題3 変動周期は T であり、恒星の質量は M と推定された。これらの量を用いて伴星の公転軌道半径 r を求める式を導け。ただし伴星の質量は恒星の質量よりも十分小さいと仮定する。

問題4 伴星の公転軌道面が視線方向と θ の角度をなすと仮定し、これと λ , $\Delta\lambda$, T , M を用いて伴星の質量 m を求める式を導け。

V-3 (選択) 大気を持つ惑星を一つとりあげ (ただし地球は除く)、地球上からの観測によりその大気の (a) 組成 および (b) 鉛直温度分布を求める原理と手法を説明せよ [(a), (b)それぞれ300字程度で述べよ]。