

I

問1 (1) 球の体積は、半径の3乗に比例するので

$$\left(\frac{w}{v}\right)^3 = \left(\frac{0.01d}{d}\right)^3 \text{ と表される。}$$

よって、 $w = \sqrt[3]{0.001}v = 0.1v$ となる。

(2) 弱くなる

(3) V字谷が形成されやすいのは、浸食(侵食)作用の強さが大きい場所なので、河川の流速が大きい河川上流の山地になる。

(4) 扇状地が形成されやすいのは、侵食作用や運搬作用の強さが急激に小さくなる場所なので、河川が山地から平地に出て流速が急激に低下する地域になる。

問2 金星には、表面気圧が地球の約90倍に達する濃密な大気があるため、金星に落下する小天体のうち、小さいクレーターを形成するようなサイズの天体は、金星の大気中で燃え尽きてしまうため。

問3 水星の断崖地形は、水星の温度が低下して縮むときに形成されたと考えられるので、圧縮の力で形成される逆断層型と推定される。

II

問1(1) 水蒸気に飽和していない空気塊が、断熱的に上昇するときの高度に対する温度が低下する割合を乾燥断熱減率といい、水蒸気に飽和している空気塊が、断熱的に上昇するときの高度に対する温度が低下する割合を湿潤断熱減率という。水蒸気が凝結するときには潜熱が放出されるため、湿潤断熱減率の値は、乾燥断熱減率の値よりも小さい。

(2) 「高度 1200m から高度 2400m までの間に空気塊から降水が生じて水分が減り、山頂の 2400m で雲が消えた」とすると、「空気塊は、高度 1200m までは乾燥断熱減率に従って温度が低下し、高度 1200m から高度 2400m までは、湿潤断熱減率に従って温度が低下する。

したがって、

$$22.0 - 1200 \times \frac{1.0}{100} - (2400 - 1200) \times \frac{0.5}{100} + 2400 \times \frac{1.0}{100} = 28.0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ となる。} \quad \text{答. } 28.0^\circ\text{C}$$

(3) 湿度が高いと、より多量の水蒸気を含むので空気塊の凝結高度が低くなり、湿潤断熱減率に従って温度が低下する部分が増加し、山頂での空気塊の温度が高くなる。「雲が消える高度が(2)と同じとすると、」風下側山麓の高度 0m に達したときの空気塊の温度は、(2)よりも高くなる。

※(2)と(3)について、「」で囲まれた部分は問題文での設定がないため、解答する際に別の数値を設定して解いても正解とされる可能性がある。

問2(1) D における初期微動継続時間 T は、 $T = \frac{D}{v_s} - \frac{D}{v_p}$ となる。

これを D について解くと、 $D = \frac{v_p v_s}{v_p - v_s} T$ となる。

(2) 初期微動継続時間が十分に長いことから、地震 A の震源距離は地震 B の震源距離よりも大きいと考えられる。震源距離が大きい地震 A と震源距離が小さい地震 B で同じ震度が観測されたので、地震 A のマグニチュードが大きいと推測される。

III

問1 水素

問2 イ : (b) エ : (d)

問3 (e)

問4 主系列星には、光度が質量の 3~5 乗に比例するという質量光度関係がある。光度は単位時間に消費する水素の質量に比例するので、主系列星としての寿命は質量の 2~4 乗に反比例する。

問5 オ : 木星 カ : 土星

問6(1) ケプラーの第2法則より、 $\frac{1}{2}v_P \cdot a_1 = \frac{1}{2}v_Q \cdot 4a_1$ なので、

$$v_Q = \frac{1}{4}v_P \text{ となる。}$$

(2) 探査機の公転周期を P_1 とすると、
ケプラーの第3法則より、

$$\frac{a_1^3}{P_1^2} = \frac{a_S^3}{P_S^2} \text{ となるので、}$$

$$\left(\frac{P_1}{P_S}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_S}\right)^3 \text{ となり、}$$

これを变形して、

$$P_1 = P_S \times \left(\frac{a_1}{a_S}\right)^{\frac{3}{2}} \text{ となる。}$$

T は衛星と探査機の会合周期になるので、

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{P_S} - \frac{1}{P_1} \text{ が成り立つ。}$$

これを变形して、

$$T = P_S \times \frac{a_1^{\frac{3}{2}}}{a_1^{\frac{3}{2}} - a_S^{\frac{3}{2}}} \text{ となる。}$$

(3) 半径 a_2 の公転軌道になった探査機の公転周期は、

$\frac{2\pi a_2}{v_2}$ となるので、ケプラーの第3法則から、

$$\frac{a_1^3}{\left(\frac{2\pi a_1}{v_1}\right)^2} = \frac{a_2^3}{\left(\frac{2\pi a_2}{v_2}\right)^2} \text{ が成り立つ。これを变形して、}$$

$$a_1 v_1^2 = a_2 v_2^2 \text{ となり、}$$

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{a_1}{a_2}} \text{ となり、}$$

$$\Delta v = v_1 \left(\sqrt{\frac{a_1}{a_2}} - 1 \right) \text{ となる。}$$