

第1問

問1

(1) $a_2 - a_1 = \frac{c\Delta t}{2}$

(2) ケプラーの第三法則より, $\frac{a_1^3}{P_1^2} = \frac{a_2^3}{P_2^2}$ が成り立つので, これを a_2 について解けばよい。

答 $a_2 = a_1 \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{2}{3}}$

(3) (1)の関係から

$$a_2 - a_1 = \frac{3.0 \times 10^8}{1.5 \times 10^{11}} \times \frac{330}{2} = 0.33 \text{ 天文単位}$$

となる。これに(2)の関係, $a_2 = a_1 \times 1.5^{\frac{2}{3}} = a_1 \times 1.299 \dots$ を代入して a_2 について解けばよい。

$$a_2 = 0.33 \div \left(1 - \frac{1}{1.299}\right) = 1.43 \dots$$

答 $a_2 = 1.4 \text{ 天文単位}$

問2

(1) $a_1 = a_2 \sin \theta_{\max}$

(2) $\frac{2\pi}{P_1} - \frac{2\pi}{P_2}$

(3) ドップラー効果を考慮すると, X1はX2から見て外合を経て再び最大離角になったことがわかる。したがって, t_1 から t_2 までに移動した角度は $2\pi - 2\left(\frac{\pi}{2} - \theta_{\max}\right) = \pi + 2\theta_{\max}$ である。これを(2)の結果で割ればよい。

$$t_2 - t_1 = (\pi + 2\theta_{\max}) \div \left(\frac{2\pi}{P_1} - \frac{2\pi}{P_2}\right) = \left(\frac{1}{2} + \frac{\theta_{\max}}{\pi}\right) \times \frac{P_1 P_2}{P_2 - P_1}$$

答 $t_2 - t_1 = \left(\frac{1}{2} + \frac{\theta_{\max}}{\pi}\right) \times \frac{P_1 P_2}{P_2 - P_1}$

問3

(1) $\left(\frac{a_2}{a_E}\right)^2$ 倍

(2) S は太陽より光度が大きい主系列星であるから表面温度も太陽より高く, 紫外線の放射エネルギーは太陽より大きいと考えられる。

第2問

問1

- (1) メタン, 一酸化二窒素
- (2) 人工排熱
- (3) アルベドの大きい海氷の面積が減少すると, 太陽光の反射が減少し, 太陽放射の吸収量が増えるため, 温暖化が進むと考えられる。また, 温暖化が進むほど海氷面積が減少し, さらに温暖化が進むという正のフィードバックもはたらくと考えられる。
- (4) (a) 空気中に含まれる水蒸気量には限界があり, その最大の水蒸気量の示す分圧が飽和水蒸気圧である。気温が高くなるほど多くの水蒸気を含むことができるようになるため, 気温が高いほど飽和水蒸気圧は大きくなる。
- (b) 氷晶に対する飽和水蒸気圧は, 過冷却の水滴に対する飽和水蒸気圧よりも小さいため, 雲の中では過冷却の水滴からは蒸発が起こり, その水蒸気が氷晶に昇華する。このため, 氷晶の方が成長しやすい。
- (5) アルキメデスの原理より, 海洋に浮かんでいる海氷は, 海面下の部分が押しつけている海水の重量と同じ大きさの浮力を受けており, その浮力は海氷の重量と同じである。したがって, 海氷が融解して海水になっても, もとの海氷のうち海面下の部分の体積の海水にしかならず, 海面は変化しない。

問2

- (1) 水温: 海洋は水温が高いほど二酸化炭素の溶解度は小さくなるため, 水温が高くなると二酸化炭素の吸収量は減少する。
生物活動: 海洋の植物の光合成や有孔虫の殻の形成などの生物活動によって二酸化炭素が吸収されるため, 生物活動が活発になると全体で見た海洋の二酸化炭素の吸収量は増加する。
- (2) ① 東 ② 極 ③ 弱化
- (3) (a) (B)
- (b) 北半球の夏は, インド洋西部では強い南西風が吹いており, 大陸から離れる南東向きにエクマン輸送が生じるため, 二酸化炭素を多く含む下層の海水が湧昇している。このため, 北半球の夏の方が, 海洋からの二酸化炭素の放出量が多い。

第3問

問1

(1) (a) $v_1 = \frac{36-0}{6-0} = 6.0$ $v_2 = \frac{66-36}{10-6} = 7.5$

$x_l = 36$ より, $36 = 2d\sqrt{\frac{7.5+6.0}{7.5-6.0}} = 2d\sqrt{9} = 6d$ となるので, $d = 6.0$

答 $v_1 = 6.0$ km/秒, $v_2 = 7.5$ km/秒, $d = 6.0$ km

(b) $T_H = \frac{x_l}{v_1} + \frac{x-x_l}{v_2}$ であり, これに $x_l = 2d\sqrt{\frac{v_2+v_1}{v_2-v_1}}$ を代入して整理すると,

$$T_H = \frac{x}{v_2} + 2d\sqrt{\frac{v_2+v_1}{v_2-v_1}} \left(\frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} \right) = \frac{x}{v_2} + \frac{2d}{v_1 v_2} \sqrt{\frac{v_2+v_1}{v_2-v_1}} (v_2 - v_1) = \frac{x}{v_2} + \frac{2d}{v_1 v_2} \sqrt{v_2^2 - v_1^2}$$

答 $T_H = \frac{x}{v_2} + \frac{2d}{v_1 v_2} \sqrt{v_2^2 - v_1^2}$

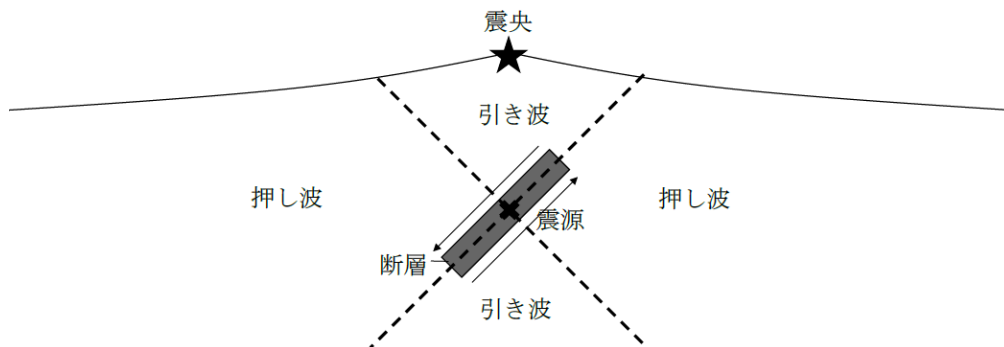
(c) ③

理由: $x=0$ において, $T_R = \frac{2d}{v_1} > 0$ であり, また, $x \gg d$ において, $T_R \doteq \frac{x}{v_1}$ であるので, x が大き

くなると次第に直接波を示す直線に漸近することになるから。

(2) (a) ③

震央の真下に震源があり, 断層の走向が南北で西に 45 度傾斜していることと, 引き波と押し波の領域の分布から, 図のような上盤側がずり落ちた正断層だと判断できる。



(b) ア:伸張 イ:圧力 ウ:水

問2

(1) A : ① B : ④ C : ③ D : ②

(2) シルト質粘土

理由：碎屑粒子が78%と多くを占め、粒径が1/256 mm未満である粘土が65%を占めるから。

(3) ①

理由：(2)の結果から、遠洋性堆積物が多く、大陸から遠いと判断できる。また、ケイ質の放射虫よりも石灰質の有孔虫が多いので、炭酸カルシウムが溶けてしまうCCDの深さを超えない程度の水深であると判断できるから。

(4) 大量絶滅によって生物種の生息した時代が限定されるので、示準化石としての有用性を高める。一方、大量絶滅は環境の変化に伴って起こり、生物が化石になったときの環境が生息に適した環境とは大きく異なってしまうため、示相化石としての利用が困難になる。