

1 (ここには1の解答を記入すること。)

問 1

$3 \times 10^{13}$  キロメートル

計算過程 1パーセク =  $3 \times 10^{13}$  キロメートルとすると、半径が  $3 \times 10^{13}$  キロメートルで中心角が  $1''$  である円弧の長さが 1 天文単位 =  $1.5 \times 10^8$  キロメートルになるので、

$$2\pi r \times \frac{1}{360 \times 60 \times 60} = 1.5 \times 10^8$$

$$\therefore r = \frac{1.5 \times 10^8 \times 360 \times 60 \times 60}{2 \times 3.1}$$

$$= 3.1 \dots \times 10^{13} \text{ (キロメートル)}$$

問 2

主系列星のスペクトル型を観測して絶対等級  $M$  を求め、さらに見かけの等級  $m$  を観測により得られるので、距離  $r$  パーセクは  $m - M = 5 \log_{10} r - 5$  を計算することで求まる。

問 3

変光周期が長いほど光度が大きいという関係。

問 4

Ia 型超新星の最も明るいときの光度が一定であること。

問 5

- (1) 遠ざかる銀河の後退速度は、その銀河までの距離に比例する。
- (2) 遠方銀河のスペクトルに見られる吸収線の波長のずれは光のドップラー効果に伴う赤方偏移のためであり、遠方銀河の後退速度に比例する。したがって、スペクトルに見られる吸収線の波長のずれの量を観測し、ハッブル・ルメートルの法則を用いれば、距離が求まる。

2 (ここには2の解答を記入すること。)

問1

ア ジュラ イ 逆断層 ウ 正断層

問2

海洋底の堆積物の最下部に含まれる微化石の年代や、海洋底の岩石に残された磁気異常の縞模様を利用して調べることができる。

問3

ホットスポット上で形成された火山島は、プレートによって移動するため、火山島や海山の列において、年代の古くなる方向がプレートの移動方向にあたる。また、ホットスポットから火山島までの距離を、火山島が形成された年代で割った値がプレートの移動の速さにあたる。

問4

計算過程

津波が進む速さ  $v$  (m/s) は、重力加速度を  $g$  (m/s<sup>2</sup>)、海洋の平均的な水深を  $h$  (m) とすると、 $v = \sqrt{gh}$  と表せる。

よって、平均的な水深が 4.0 km の太平洋では、  
 $v = \sqrt{10 \times 4000} = \sqrt{40000} = 200$  m/s となり、  
 時速に直すと 720 km/時 となる。

$7.2 \times 10^2$  km/時

3 (ここには3の解答を記入すること。)

問1

海嶺の地下では、高温のマントル物質が温度を保ったまま上昇し、圧力が低下することによって、かんらん岩の融解開始温度を上回るため。

沈み込み帯では、沈み込んだ海洋プレート中の含水鉱物が高い圧力によって分解し、生じた水が海洋プレート直上の楔形マントルに供給されてかんらん岩の融解開始温度が下がるため。

問2

鉱物の種類や化学組成によって融点が異なり、融点の低い融けやすい成分から融けて初生マグマが形成されるため。

問3

発生したマグマの密度は、周囲の岩石の密度よりも小さく、浮力を受けるため。

問4

爆発的な噴火によって成層圏まで達した噴煙中のエアロゾルが太陽放射を遮り、地表に届く太陽放射が減少する。

4 (ここには4の解答を記入すること。)

問1

ア ハビタブルゾーン

イ 微惑星

問2

火星は質量が小さく、十分な量の大気を保持できない。そのため、大気の主成分は二酸化炭素であるが、その温室効果が弱い。したがって、火星の表面温度は、液体の水が存在できる温度よりも低く、火星では液体の水は存在しない。

問3

(1)

計算過程

海水の量は変わらないので、  
 $391 + 45.5 = 436.5$

$436.5 \times 10^3 \text{ km}^3/\text{年}$

(2)

計算過程

$$\frac{(10+3) \times 10^3}{(65.5+436.5) \times 10^3} \times 365 = 9.4$$

9.4日

(3) 降水量は、陸と海の水の交換量と蒸発量の和である。したがって、蒸発量よりも降水量が上回る。

5 (ここには5の解答を記入すること。)

問1

マグマの温度が低下するに伴い、融点の高い鉱物から晶出する。このとき有色鉱物では  $Mg^{2+}$  や  $Fe^{2+}$  に富むかんらん石、輝石、角閃石、黒雲母の順に晶出し、無色鉱物では  $Ca^{2+}$  に富む斜長石、 $Na^+$  に富む斜長石、石英やカリ長石の順に晶出する。このようにマグマとは異なる化学組成の鉱物がマグマから晶出して取り除かれて残りのマグマの化学組成が  $MgO$  や  $FeO + Fe_2O_3$  に乏しくなり  $SiO_2$  に富むように変化していく作用をマグマの結晶分化作用という。

問2

高温で融けたケイ酸塩が、無重力状態で球形のまま急激に冷えて固まって形成される。

問3

木星の起潮力によってイオが周期的に変形し、内部が高温になっている。

問4

約46億年前に銀河系の円盤部内にある星間雲が回転しながら重力収縮することによって原始太陽系円盤が形成され、その中心に原始星の段階にある原始太陽が誕生した。原始太陽がさらに重力収縮して中心部の温度が1000万Kを超えると、水素の核融合反応が開始し、主系列星の段階へ移行する。