

令和2年度推薦入学試験【小論文】

理学部 理学科
物理学コース
化学コース
生物科学コース
地球環境科学コース
学際理学コース

(解答例)

1

問1

希ガス原子は安定な電子配置をとって化学的に不活性であり、反応しないため。

問2

α 線の電離作用は β 線に比べて大きく、 α 線の透過力は β 線に比べて小さい。

問3

炭素は有機物の骨格であり、大気中の二酸化炭素が光合成によって有機物に合成される。この有機物は、生産者自身と、消費者や分解者の呼吸によって二酸化炭素に戻される。ただし、有機物の一部は二酸化炭素には戻らず、土壌や堆積物として蓄積する。さらに大気圏や海を含む地球表面には、二酸化炭素や炭酸塩、化石燃料として存在する。(155字)

問4

現在の農作物は、収穫前に光合成も呼吸もするため、炭素循環の結果として固定された ^{14}C を含む。一方、化石燃料は呼吸も光合成もせず、6550万年以前の炭素を持ち、半減期が5770年であるとする ^{14}C はほとんど存在しない。

問5

大気中の窒素ガスが、マメ科植物に共生する根粒菌などの窒素固定細菌やある種のラン藻（シアノバクテリア）などによって、アンモニアなどの窒素化合物に変換される。また、植物は、土の中の硝酸塩やアンモニウム塩などの窒素化合物を、水溶性のイオンとして根から吸収して、有機窒素化合物を合成する。

2

問 1 式 (1) の両辺の対数を取ることで

$$\log_{10} \frac{T}{T_0} = \frac{p}{q} \log_{10} \frac{a}{a_0}$$

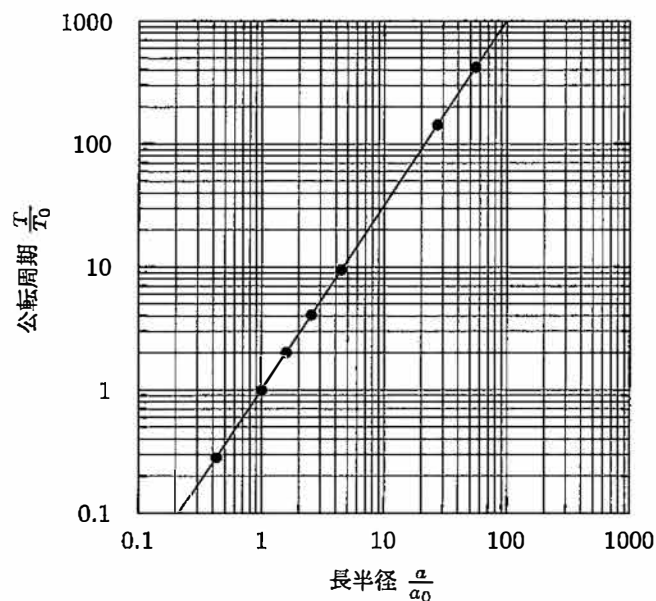
を得る。これから、横軸を $\frac{a}{a_0}$ 、縦軸を $\frac{T}{T_0}$ として惑星のデータを両対数グラフに描くと、データに対応する点はグラフ上で、点 (1, 1) を通る傾き $\frac{p}{q}$ の直線上に乗っていないなければならない。図 1 より、太陽系の惑星のデータは、点 (1, 1) を通る傾き $\frac{3}{2}$ の直線上に乗っていることが読み取れる。このことから、 $p = 3, q = 2$ であることが結論される。

問 2 ハレー彗星についてもケプラーの法則が適用できると考えられるので、ハレー彗星のデータも図 1 の直線上に乗っていないなければならない。 $\frac{T}{T_0} = 75$ に対する直線上の点の $\frac{a}{a_0}$ の値を読み取ることで、

$$\frac{a}{a_0} \approx 18$$

すなわち、ハレー彗星の公転軌道の長半径は、地球の公転軌道の半径の約 18 倍と推測される。ただし、地球の公転軌道は円軌道でよく近似できることをもちいた。

問 3



木星の衛星のデータは、両対数グラフ上で、点 (1, 1) を通る傾き $\frac{3}{2}$ の直線上に乗っていることが確かめられた。これは、木星の衛星について式 (1) の関係が成り立つことを意味している。

問 4 地球が $v = 3.0 \times 10^4 \text{m/s}$ で木星から直線的に遠ざかるときに、イオの食の周期が $\Delta T = 15$ 秒長くなる。イオが木星の周りを 1 回公転する $T_0 = 42.46$ 時間に、地球が木星から遠ざかる距離 L を、光が $\Delta T = 15$ 秒で伝わると考えると、

$$c\Delta T = L = vT$$

が成り立つ。これより、光の伝わる速さ c は

$$c = \frac{vT}{\Delta T} = \frac{3.0 \times 10^4 \text{m/s} \times 42.46 \times 60 \times 60 \text{s}}{15 \text{s}} \approx 3.1 \times 10^8 \text{m/s}$$

と求められる。