

2009 夏予想解答？

問題 1

1. 2010 夏の 1-1 参照
2. 2010 夏の 1-2 参照
3. 2010 夏の 1-3 参照
4. 地球大気に吸収されずに地上まで届く電磁波は可視光、赤外線(の一部)、ミリ波より波長の長い電波である。これらの波長帯を大気の窓という。
5. 地球に巨大星が衝突した衝撃で飛び散ったガスが冷えてダストができ、ジーンズ不安定によって微衛星ができる。その微衛星が暴走(寡占的)成長をして大きな衛星となり、それらのうちロッシュ限界外に留まって地球に落下しなかったものが月となった。

↑

これはもしかするとジャイアント・インパクト説の説明と取られるかもしれないので...

- 5'. フィッション(分裂)説、捕獲説、ジャイアント・インパクト(巨大衝突)説等の説があるが、現在はジャイアント・インパクト説が有力である。

↑

こんなんでもいいのかも。どっちがいいのかは僕にはわかりません。

間をとってそれぞれの説の簡単な説明をいれると、長くなるけどベターな答えなのかも。

問題 2

2010 夏の 2 参照

問題 3

17 章 宇宙生命については今回試験範囲外なのでこの問題をやる必要はありません。
なんで省略。

問題 4

1. 紐の張力を T とする。

$$\text{頭: } ma = -\frac{GMm}{r^2} + T, \text{ 足: } ma = -\frac{GMm}{(r+l)^2} - T$$

2. (1)より、 $T = \frac{1}{2} \left(\frac{GMm}{r^2} - \frac{GMm}{(r+l)^2} \right)$

条件より $l \ll r$ なので

$$T \approx \frac{GMml}{r^3} \text{ となる。}$$

3. (2)より、 $r = \left(\frac{GMml}{T} \right)^{1/3} = \left(\frac{6.7 \cdot 10^{-11} \times 2 \cdot 10^{30} \times 30 \times 1.7}{1000 \times 9.8} \right)^{1/3} \approx 9 \times 10^5 \text{ m} = 9 \times 10^2 \text{ km}$

↑

これですが、「1桁の精度」って「有効数字1桁」ってことですよ？(汗)

もし「小数点以下1桁」という意味なら $8.8^3 = 684.1$ 、 $8.9^3 = 704.969$ なんて 8.9 かと。

4. ブラックホールの半径 r_g は

$$r_g = \frac{2GM}{c^2} = \frac{2 \times 6.7 \cdot 10^{-11} \times 2 \cdot 10^{30}}{(3 \times 10^8)^2} \left(\frac{M}{M_\odot} \right) \approx 3 \text{ km} \times \left(\frac{M}{M_\odot} \right) \text{ なので 1 倍質量のブラックホール}$$

の半径は 3 km となり、(3)の限界の距離はこれよりはるかに大きい。

また、1 億倍太陽質量のブラックホールの場合、ブラックホールの半径は 3 億 km なのに対し、人間の体がバラバラになる距離は約 41 万 km となるので、人間は生きたままブラックホール内部に入ることができる。