

物理基礎・物理

問題 1

- (1) 観測者が速さ u_1 で遠ざかる場合におけるドップラー効果であるから、求める振動数を f' とすると

$$f' = \frac{V - u_1}{V} f$$

答. $\frac{V - u_1}{V} f$

- (2) 反射板に取り付けたマイクを観測者として、観測者が速さ u_2 で近づく場合のドップラー効果であるから、求める振動数を f_R とすると

$$f_R = \frac{V + u_2}{V} f$$

答. $\frac{V + u_2}{V} f$

- (3) 反射板が振動数 f_R の音源として、速さ u_2 で観測者 O に近づいており、観測者 O は速さ u_1 で音源から離れている。このときのドップラー効果であるから、求める振動数を f' とすると

$$f' = \frac{V - u_1}{V - u_2} f_R = \frac{V - u_1}{V - u_2} \frac{V + u_2}{V} f$$

答. $\frac{V - u_1}{V - u_2} \frac{V + u_2}{V} f$

- (4) 求めるうなりの回数は、観測者 O が音源 S から直接聞く音の振動数 f' と、観測者 O が聞く反射板で反射した音の振動数 f_R' との差である。

$$\begin{aligned} & |f_R' - f'| \\ &= \left| \frac{V - u_1}{V - u_2} \frac{V + u_2}{V} f - \frac{V - u_1}{V} f \right| \\ &= \frac{2u_2(V - u_1)}{V(V - u_2)} f \end{aligned}$$

答. $\frac{2u_2(V - u_1)}{V(V - u_2)} f$ 回

物理基礎・物理

問題 2

(1)	ア	光軸	イ	前
-----	---	----	---	---

(2)	ア	実像	イ	虚像
	ウ	虚像	エ	実像
	オ	実像		

(3) $\triangle AA'O$ と $\triangle BB'O$ の相似より、

$$\frac{AA'}{a} = \frac{BB'}{b} \quad \text{①}$$

$\triangle OPF_2$ と $\triangle B'BF_2$ の相似より、

$$\frac{BB'}{F_2B'} = \frac{OP}{OF_2} \quad \text{②}$$

$OP = AA'$ 、 $F_2B' = b - f$ 、 $OF_2 = f$ より、

$$\frac{BB'}{b - f} = \frac{AA'}{f} \quad \text{③}$$

式①より、

$$AA' = \frac{a}{b}BB'$$

式③に代入して、

$$\frac{BB'}{b - f} = \frac{1}{f} \times \frac{a}{b}BB'$$

整理すると、

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

また、倍率 m は次のように表される。

$$m = \frac{b}{a}$$

答. $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ 、 $m = \frac{b}{a}$

(4)

(2)の式より、

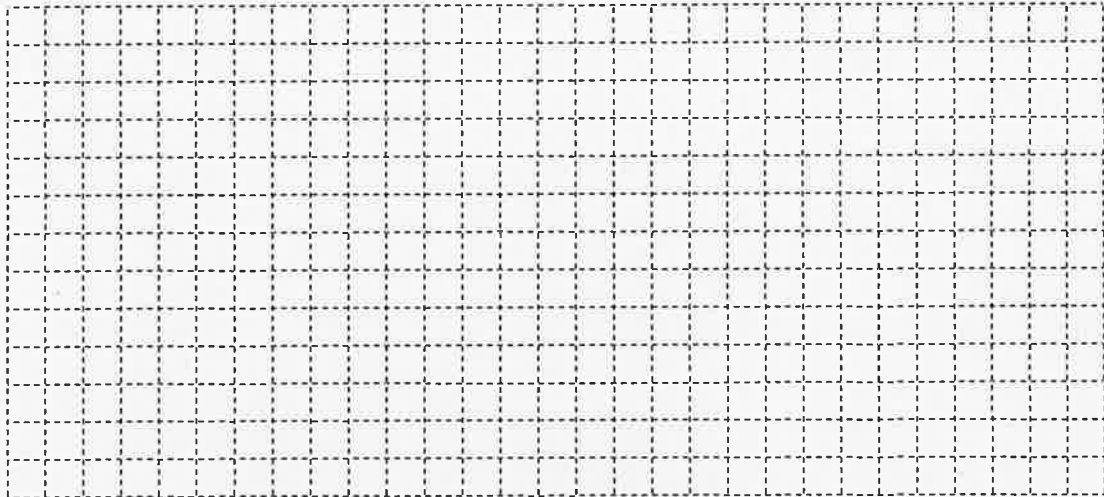
$$\frac{1}{10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{x}$$

ゆえに、

$$x = 15 \text{ cm}$$

図において、 $\triangle AA'O$ と $\triangle BB'O$ が相似で、 $OA' = 30 \text{ cm}$ 、 $OB' = 15 \text{ cm}$ である場合に相当し、このとき AA' は BB' の半分になる。ゆえに、実像の大きさは元の物体の大きさと比較して小さい。

答. $x = 15 \text{ cm}$ 、実像の大きさは元の物体の大きさと比較して小さい。



図

物理基礎・物理

問題 3

(1)

物体 A に及ぼされる万有引力は、

$$G \frac{mM}{R^2}$$

答. $G \frac{mM}{R^2}$ [N]

(2)

(1)より、物体 A に及ぼされる万有引力を F_G [N] として、

$$M = \frac{R^2 F_G}{mG} = \frac{(6.4 \times 10^6)^2 \times 9.8}{1.0 \times 6.7 \times 10^{-11}} = 59.9 \times 10^{23} = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$$

答. 6.0×10^{24} kg

(3)

地軸から物体 A までの赤道面と平行な方向の距離 r [m] は、

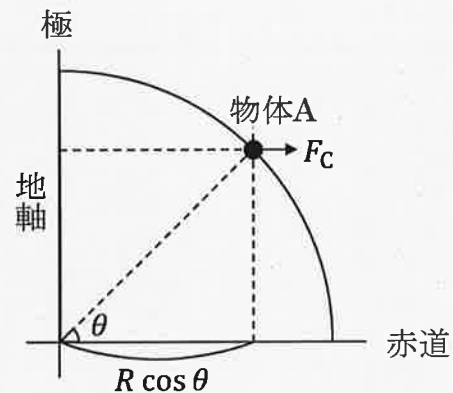
$$r = R \cos \theta$$

自転の角速度 ω [rad/s] は、

$$\omega = 2\pi/T$$

ゆえに、

$$F_C = mr\omega^2 = mR(\cos \theta) \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$$



答. $mR(\cos \theta) \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$ [N]

(4)

物体 A に及ぼされる万有引力 $G \frac{mM}{R^2}$ [N] より、

その地軸方向の分力: $G \frac{mM}{R^2} \sin \theta$ [N]

その赤道方向の分力: $G \frac{mM}{R^2} \cos \theta$ [N]

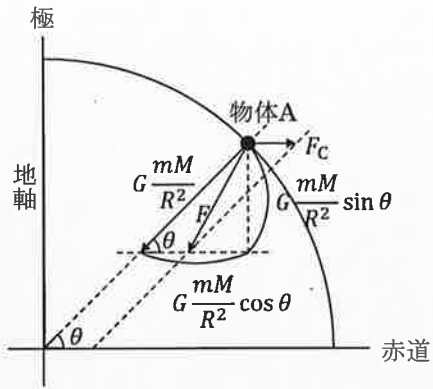
斜辺を合力 F [N] とする直角三角形において、

$$F^2 = \left(G \frac{mM}{R^2} \sin \theta \right)^2 + \left(G \frac{mM}{R^2} \cos \theta - F_C \right)^2$$

$$= \left(G \frac{mM}{R^2} \sin \theta \right)^2 + \left(G \frac{mM}{R^2} \cos \theta \right)^2 - 2G \frac{mM}{R^2} F_C \cos \theta + F_C^2$$

$$F = \sqrt{\left(G \frac{mM}{R^2} \right)^2 - 2G \frac{mM}{R^2} F_C \cos \theta + F_C^2}$$

答. $\sqrt{\left(G \frac{mM}{R^2} \right)^2 - 2G \frac{mM}{R^2} F_C \cos \theta + F_C^2}$ [N]



(5)

衛星の質量を m' [kg]、角速度 ω [rad/s] とするとき、運動方程式は、

$$m' R' \omega^2 = G \frac{m' M}{R'^2}$$

ゆえに、

$$R' = \sqrt[3]{\frac{GM}{\omega^2}} \quad \text{①}$$

静止衛星は自転と同じ角速度で軌道を回る衛星なので、その周期は T [s] である。
ゆえに ω は、

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

式①に代入して、

$$R' = \sqrt[3]{\frac{GM}{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}} = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$$

答. $\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$ [m]

物理基礎・物理

問題 4

(1)

$$9.8 \times 10^{-8} \times (1 + 3.9 \times 10^{-3} \times 20) \times 10 / (0.01 \times 10^{-6}) = 105.6$$

答. 106 Ω

(2)

$$106 / (106 + 2000) \times 5 = 0.2517$$

答. 252 mV

(3)

電圧計の値が 254 mV、257 mV のときの白金の抵抗値をそれぞれ X [Ω]、 Y [Ω] とすると、

$$X / 2000 = 0.254 / 4.746, Y / 2000 = 0.257 / 4.743 \text{ となる。}$$

よって、 $X = 107.0 \text{ Ω}$ 、 $Y = 108.4 \text{ Ω}$

白金の抵抗値が 107.0 Ω、108.4 Ω のときの温度を T_X [°C]、 T_Y [°C] とすると、

$$9.8 \times 10^{-8} \times (1 + 3.9 \times 10^{-3} \times T_X) \times 10 / (0.01 \times 10^{-6}) = 107.0$$

$$9.8 \times 10^{-8} \times (1 + 3.9 \times 10^{-3} \times T_Y) \times 10 / (0.01 \times 10^{-6}) = 108.4 \text{ となる。}$$

よって、 $T_X = 23.5 \text{ °C}$ 、 $T_Y = 27.2 \text{ °C}$

答. 24 °C から 27 °C に変化した