

令和7年度 金沢医科大学医学部入学者選抜試験問題
一般選抜（前期）【物理】1日目

以下の問題に答えなさい。解答欄には問題の指示に従い、数字または符号をマークしなさい。[解答番号 1 ~ 49]

- 1 光は電磁波と呼ばれる波の一種であり、ドップラー効果が観測される。同一直線上を相対速度 v で運動する光源と観測者を考える。ここで、 v は光源と観測者が遠ざかることを正、近づくことを負とする。光源から振動数 f で放射された光は、ドップラー効果により f とは異なる振動数 f' で観測者に測定される。 v の大きさが光の速さ c に比べて十分に小さい場合、 $f' - f \approx -\frac{v}{c}f$ … (A) と近似できる。ドップラー効果による光の振動数の変化は近似式(A)で計算するものとして、以下の文章中の解答欄 1 ~ 27 を埋めなさい。解答欄 14 ~ 19 は解答群から選択し、残りの解答欄には当てはまる数字をマークしなさい。数値を計算する際には、円周率を 3.14、光の速さを $c = 3.00 \times 10^8$ m/s、万有引力定数を 6.67×10^{-11} N・m²/kg² とし、結果は有効数字2桁として解答すること。

図1のように、質量 m の天体 P が質量 M ($m < M$) の天体 Q のまわりを速さ V 、角速度 ω 、半径 r で等速円運動している。P は振動数 f の光を全方向へ等しく放射しているものとする。円運動と同一平面上の十分遠方にいる観測者 O (図には示していない) がこの光を観測したところ、光の振動数に周期的な変動が見られた。変動の周期は 3.14×10^4 s、変動幅(観測される光の振動数の最大値と最小値の差)は f の 2.4×10^{-3} 倍であった。ここで、 r に比べて P, Q の半径は十分小さく、その大きさや形の影響は無視できるものとする。

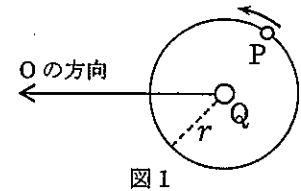


図1

- (1) Q から見て O は静止していると仮定し、観測された光の振動数の変動周期と変動幅から求められる ω , V , r , M の値をそれぞれ ω_1 , V_1 , r_1 , M_1 とすると、 $\omega_1 = \boxed{1}.\boxed{2} \times 10^{-\boxed{3}}$ rad/s, $V_1 = \boxed{4}.\boxed{5} \times 10^{\boxed{6}}$ m/s, $r_1 = \boxed{7}.\boxed{8} \times 10^{\boxed{9}}$ m, $M_1 = \boxed{10}.\boxed{11} \times 10^{\boxed{12}\boxed{13}}$ kg と求められる。
- (2) Q から見て O は一定の速さ v_0 (v_0 は c に比べて十分に小さい) で遠ざかっていると仮定した場合に、観測された光の振動数の変動周期と変動幅から求めた r と M の値をそれぞれ r_2 , M_2 とする。 c , v_0 , および、(1) で求めた V_1 , r_1 , M_1 の中から必要なものを用いると、 r_2 と M_2 はそれぞれ以下の式で表される。

$$r_2 = \left(1 + \frac{\boxed{14}}{\boxed{15}}\right)^{\boxed{16}} \times r_1 \quad M_2 = \left(1 + \frac{\boxed{17}}{\boxed{18}}\right)^{\boxed{19}} \times M_1$$

次に、図2のように、質量 m' の天体 P' と質量 M' ($m' < M'$) の天体 Q' が、P' と Q' の重心 C のまわりを同じ周期で等速円運動する場合を考える。ただし、C, O, P', Q' は常に同一平面上にあり、C から見て O は静止しているとする。また、P' と Q' は同じ振動数 f の光を全方向へ等しく放射しているものとする。これらの光を O が観測すると、光の振動数に異なる変動幅をもつ二つの周期的変動が見られた。変動の周期はともに 3.14×10^4 s、変動幅はそれぞれ f の 3.6×10^{-3} 倍、 1.2×10^{-3} 倍であった。

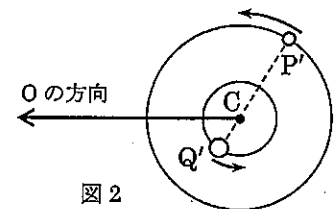


図2

- (3) このとき、P' と Q' の質量は $m' = \boxed{20}.\boxed{21} \times 10^{\boxed{22}\boxed{23}}$ kg, $M' = \boxed{24}.\boxed{25} \times 10^{\boxed{26}\boxed{27}}$ kg と求められる。
ここで、P'Q'間の距離に比べてP', Q'の半径は十分小さく、その大きさや形の影響は無視できるものとする。

14, 15, 17, 18 の解答群

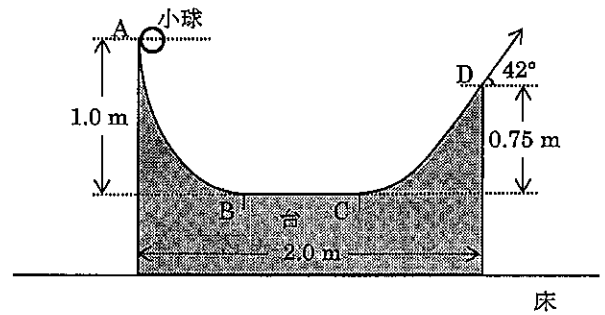
- ① c ② V_1 ③ v_0 ④ $V_1 + v_0$ ⑤ $V_1 - v_0$

16, 19 の解答群

- ① $\frac{1}{2}$ ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ $-\frac{1}{2}$ ⑥ -1 ⑦ -2 ⑧ -3

2

右図のような形をした質量 9.0 kg の台が水平な床の上に置かれている。質量 1.0 kg の小球を点 A から静かにはなした。小球は高さ 1.0 m 下の点 B まで曲面 AB をすべり降り、水平面 BC をすべり、点 C から高さ 0.75 m 上の点 D まで曲面 CD に沿って昇り、点 D から飛び出した。曲面 CD の点 D における接線と台の水平方向のなす角は 42° 、AD 間の水平方向の距離は 2.0 m である。小球と台、台と床の間の摩擦は無視できるものとする。以下の問いに答えなさい。ただし水平方向右向きを正とする。数値を計算する際には、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 、 $\tan 42^\circ = 0.90$ 、 $\sqrt{190} = 14$ として、結果は有効数字 2 桁として解答すること。



- (1) 小球が点 B を通過したとき、床上で静止している観測者から見た小球の速度 v_B と台の速度 V_B を求めなさい。
解答欄 28, 31 は符号 (+または-) を選択しなさい。

$$v_B = \boxed{28} \boxed{29} \boxed{30} \text{ m/s} \quad V_B = \boxed{31} \boxed{32} \boxed{33} \times 10^{-34} \text{ m/s}$$

- (2) 小球が点 D に達したとき、床に対して小球が動いた水平方向の変位 ℓ と床に対して台が動いた水平方向の変位 L を求めなさい。解答欄 35, 38 は符号 (+または-) を選択しなさい。

$$\ell = \boxed{35} \boxed{36} \boxed{37} \text{ m} \quad L = \boxed{38} \boxed{39} \boxed{40} \times 10^{-41} \text{ m}$$

- (3) 小球が点 D から飛び出したとき、床上で静止している観測者から見た小球の速度の水平成分 v_x の大きさと垂直成分 v_y の大きさを求めなさい。またこのとき、床上で静止している観測者から見た台の速度 V_D を求めなさい。解答欄 46 は符号 (+または-) を選択しなさい。

$$v_x = \boxed{42} \boxed{43} \text{ m/s} \quad v_y = \boxed{44} \boxed{45} \text{ m/s} \quad V_D = \boxed{46} \boxed{47} \boxed{48} \times 10^{-49} \text{ m/s}$$