記述問題（物理）

以下の問１～問３に答えよ。特に指示がない限り，物理量の単位は国際単位系とする。

問1　三角関数の正弦・余弦に関して，次の加法定理が成り立つ。

$\sin(\theta_1+\theta_2)=\cos\theta_1\sin\theta_2+\sin\theta_1\cos\theta_2$ ，$\cos(\theta_1+\theta_2)=\cos\theta_1\cos\theta_2-\sin\theta_1\sin\theta_2$

これを使って，次の問いに答えよ。

1）$u = \tan\frac{\theta}{2}$ とおくとき，$\cos^2\frac{\theta}{2}=\frac{1}{1+u^2}$, $\cos\theta=\frac{1-u^2}{1+u^2}$ ，$\sin\theta=\frac{2u}{1+u^2}$ と表せることを示せ。

2）$\tan\theta=a$ $(0<\theta<90^\circ)$ のとき，$\tan\frac{\theta}{2}$をaで表せ。

3）$u=\tan\frac{\theta}{2}$ とおくとき，A= $2+\tan\theta-\frac{2}{\cos\theta}$ をuで表せ。

4）問3)において，Aの符号が正になるときのuの範囲と，Aの符号が負になるときのuの範囲を求めよ。ただし，$0<\theta<90^\circ$ とする。

問2 質量 m の小球が一定の加速度の大きさaで運動する場合を考える。加速度の方向をx 軸の正の方向とする。時刻$t = 0$で小球は$x = 0$の位置にあり，速さvは0であったとする。時刻tでの小球の速度の大きさvと小球の位置xをtで表せ。

問3 図１のように, 地上の点Oに対して鉛直上方の一定の高さhの点Pに質量mの小球が静止している。この小球が，時刻t=0のとき初速度0で鉛直下方へ落下を始める。小球は，点Oまで落下し，点Oで速さの大きさを変えることなく水平方向へ運動の方向を変え，水平面上を点Qに向かう。点Qは角∠OPQ=θ($0<\theta<90^\circ$)の点である。小球が運動する際に，まさつは考えないものとする。次の問いに答えよ。重力加速度の大きさをgとする。答えは{}内の必要な変数を使って表せ。

1) 小球が点Oに達したときの時刻t_0を求めよ。{m, g, h}

2) 点Qに達したときの小球の速さはいくらか。{m, g, h, θ}

3) 点Qに達したときの時刻t_1を求めよ。{m, g, h, θ}

次に，点Pから点Qへ向かって真っ直ぐな斜面があり，時刻t=0のときに点Pにある小球が斜面に沿って点Qへ向かって滑り落ちる場合を考える。ただし，初速度0とする。次の問いに答えよ。

4) 点Pから点Q方向にx軸をとる。小球のx軸方向の加速度の大きさをaとして，x軸方向の運動方程式を表せ。その運動方程式からaを求めよ。$\{m,\ g,\ h,\ \theta\}$

5) 点Qに達したときの小球の速さを求めよ。$\{m,\ g,\ h,\ \theta\}$

6) 点Qに達したときの時刻t_2を求めよ。$\{m,\ g,\ h,\ \theta\}$

7) 問3)で求めた時刻t_1と問6)で求めた時刻t_2を比較する。時間差$T = t_1 - t_2$を求めよ。$\{m,\ g,\ h,\ \theta\}$

8) m=0.1kg，h=5mのとき，$T = t_1 - t_2$を，θ=30°，45°，60°の場合に有効数字2桁で計算せよ。g=10m/s^2，$\sqrt{2}$=1.41，$\sqrt{3}$=1.73 として良い。

9) 時間差$T = t_1 - t_2$が0(ゼロ)になるときのθを求めよ。また，時間差がT>0となるときのθの範囲とT<0となるときのθの範囲を求めよ。必要であれば次の値を使って良い。tan16.7° =0.30，tan21.8° =0.40，tan26.6° =0.50，tan45.0° =1.0。

10) 図のように，点Oから高さdの位置にある点をそれぞれ点R，点Sとする。点Pから出発する2つの経路において，小球がそれぞれ点R，点Sに達したときの小球の速さを求めよ。$\{m,\ g,\ h,\ d,\ \theta\}$

11） θの値によって2つの経路の時間差$T = t_1 - t_2$の符号が変わる理由について物理法則を用いて説明せよ。

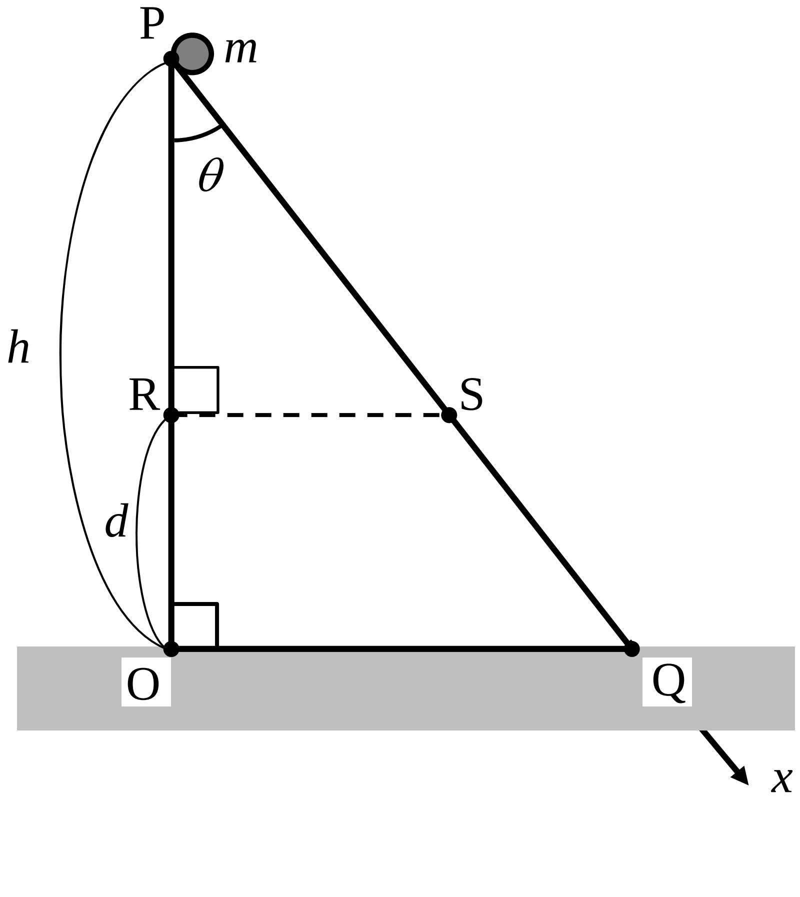

図 1