1．

次の文の $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{コ}}$ に入れるのに最も適当なものを各問いの文末の解答群から選び，その記号を記せ。ただし，同じものを2回以上用いてもよい。以下では，重力加速度の大きさを g とし，空気抵抗は無視できるものとする。

(1)　図1のように，水平面に対する傾き角 θ のなめらかな斜面の頂点に，軽くて抵抗なく回転する滑車を取りつけた。軽くて伸び縮みしない糸の端を質量 m の物体Aにつなぎ，その糸の他端を滑車に通して質量 M の物体Bにつなぎ静かにつり下げたところ，物体Aは斜面の最大傾斜方向にそって下向きに加速度 a で運動を始めた。物体Aにつながれた糸は斜面に平行を保っており，糸が物体を引く力の大きさを T とする。このとき物体Aの運動方程式は以下の式で表される。

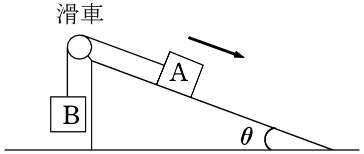


図1

$$ma = \boxed{\text{ア}} - \boxed{\text{イ}}$$

物体Bに対しても運動方程式を立て，2つの運動方程式を連立させて加速度と糸を引く力を求めると，$a = \boxed{\text{ウ}} \times g$，$T = \boxed{\text{エ}} \times Mg$ となる。

[解答群]

① mg　② $mg\sin\theta$　③ $mg\cos\theta$　④ $mg\tan\theta$　⑤ $T\sin\theta$

⑥ $T\cos\theta$　⑦ T　⑧ $-T$　⑨ $\dfrac{m\sin\theta + M}{M+m}$　⑩ $\dfrac{m\sin\theta - M}{M+m}$

⑪ $\dfrac{m\cos\theta + M}{M+m}$　⑫ $\dfrac{m\cos\theta - M}{M+m}$　⑬ $\dfrac{1-\cos\theta}{M+m}m$

⑭ $\dfrac{1-\sin\theta}{M+m}m$　⑮ $\dfrac{1+\cos\theta}{M+m}m$　⑯ $\dfrac{1+\sin\theta}{M+m}m$

(2)　図2のように，水平面に対する傾き角 θ のなめらかな斜面をもつ三角台Cがある。この三角台の質量は M で，水平な床面上をなめらかに動くことができる。水平右向きを正として x 軸をとり，鉛直下向きを正として y 軸をとる。質量 m の物体Aを静かに三角台Cの上に置くと，物体Aと三角台Cは動き始めた。水平な床面上で静止した観察者Dから見ると，三角台Cは x 軸 $\boxed{\text{オ}}$ の向きに移動する。物体Aが三角台C上を斜面の最大傾斜方向にそって距離 L だけ移動したとき，観察者Dから見た物体Aの水平方向の速度を u とすると，同じ観察者Dから見た三角台Cの水平方向の速度 U は $\boxed{\text{カ}} \times u$ である。一方，この運動を三角台とともに動く観察者Eから見ると，物体Aの水平方向の速度 u_x は $\boxed{\text{キ}} \times u$ である。物体Aは斜面にそって動くので，観察者Eから見た物体Aの鉛直方向の速度 u_y は $\boxed{\text{ク}} \times u_x$ である。

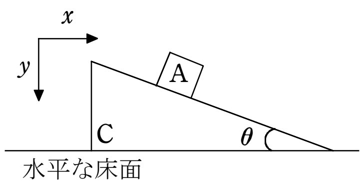


図2

最後に，力学的エネルギーの視点から式を整理する。観察者Dから見た2つの物体の運動エネルギーと位置エネルギーの関係は

$$mgL\sin\theta = \frac{1}{2}MU^2 + \boxed{\text{ケ}}$$

となる。ここで，傾き $\theta = 45°$, $M = 5m$ とすると，$u = \boxed{\text{コ}} \times \sqrt{gL}$ が求まる。

[解答群]

① 正　② 負　③ $\dfrac{m}{M}$　④ $-\dfrac{m}{M}$　⑤ $\dfrac{M}{m}$　⑥ $-\dfrac{M}{m}$

⑦ $\dfrac{M-m}{M}$　⑧ $\dfrac{M+m}{M}$　⑨ $\dfrac{M}{m+M}$　⑩ $\dfrac{m}{M-m}$

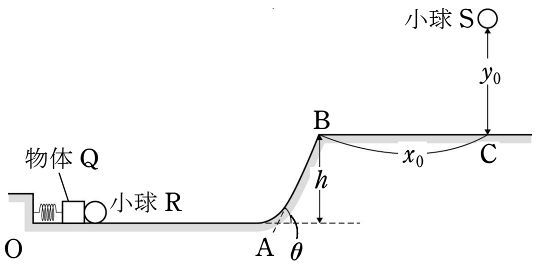
⑪ $\sin\theta$　⑫ $\cos\theta$　⑬ $\tan\theta$　⑭ $\dfrac{1}{\tan\theta}$　⑮ $\dfrac{1}{2}m(u^2 + u_y{}^2)$

⑯ $\dfrac{1}{2}m(u_x{}^2 + u_y{}^2)$　⑰ $\dfrac{1}{2}m(u^2\tan^2\theta + u_y{}^2)$　⑱ $5\sqrt{\dfrac{\sqrt{2}}{66}}$

⑲ $6\sqrt{\dfrac{\sqrt{2}}{56}}$　⑳ $6\sqrt{\dfrac{\sqrt{2}}{66}}$

２．

なめらかな水平面上に置いたばね定数 k のばねがある。図のようにばねの一端を壁に固定し，他端には質量 M の物体Ｑを取りつけた。物体Ｑに質量 m の小球Ｒを押しつけて，ばねを自然の長さから x だけ縮めた状態から小球Ｒを静かにはなした。物体Ｑと小球Ｒは一体となって運動を始め，ばねが自然の長さになった位置で小球Ｒは物体Ｑから離れた。小球Ｒは水平面OA上をすべり，水平面と点Ａでつながったなめらかな斜面AB上をすべり上がり，斜面の上端Ｂから斜め上方に飛び出した。その後，水平面BC上の点Ｂから x_0 だけ離れた点Ｃに落下した。斜面ABと水平面OAとのなす角を θ とし，水平面BCと水平面OAとの高低差は h とする。また，重力加速度の大きさは g とする。次の問いに答えよ。



(1)　小球Ｒが物体Ｑから離れた直後の速さ v_0 を，M，m，k，x を用いて表せ。

(2)　小球Ｒが点Ｂから飛び出したときの速さ v_1 を，v_0，g，h を用いて表せ。

(3)　小球Ｒが点Ｂから飛び出した後，到達した最高点の高さを水平面BCからの距離として，v_1，g，θ を用いて表せ。

(4)　小球Ｒが点Ｂから飛び出してから，点Ｃに落下するまでに経過した時間 t_1 を，v_1，θ，x_0 を用いて表せ。

(5)　点Ｃ上の高さ y_0 の位置にあった小球Ｓを，小球Ｒが点Ｂを飛び出した時刻から $\dfrac{t_1}{2}$ 後に静かに落下させたところ，小球Ｒと点Ｃで衝突した。$\tan\theta$ を，x_0，y_0 を用いて表せ。