1．

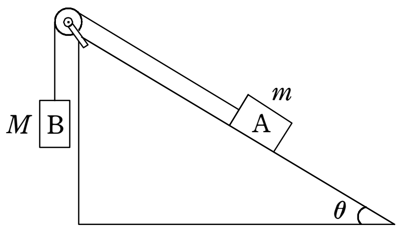

図 1

図 1 のように，水平面と角度 $\theta\left(0<\theta<\dfrac{\pi}{2}\right)$ をなすあらい斜面がある。質量 m の物体 A には，質量の無視できる伸び縮みしない糸が結ばれている。糸の他端には質量 M の物体 B が，斜面上部のなめらかにまわる滑車を通して，とりつけられている。

物体 A と斜面との間の静止摩擦係数を μ，重力加速度の大きさを g として，以下の問いに答えよ。

まず，図 2 のように，糸が斜面の最大傾斜方向と平行な場合を考える。

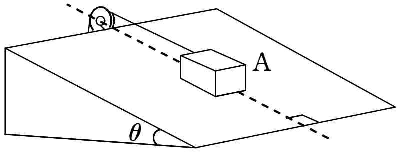

図 2

(1) 物体 A が斜面上で静止しているとしよう。このとき，物体 A にはたらく摩擦力の大きさを，m，M，θ，g のうちの必要なものを用いて表せ。

(2) 物体 A を斜面上で静止させておくためには，物体 B の質量 M の値がある範囲内になければならない。この M の範囲の下限値と上限値を，m，θ，μ，g のうちの必要なものを用いて表せ。なお，(a) $\mu<\tan\theta$，(b) $\mu\geqq\tan\theta$，それぞれの場合について答えよ。

次に，図 3 のように，糸が斜面の最大傾斜方向と角度 $\alpha\left(0<\alpha<\dfrac{\pi}{2}\right)$ をなしている場合を考える。

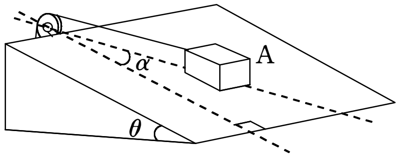

図 3

(3) 物体 A が斜面上で静止しているとしよう。このとき，物体 A にはたらく摩擦力の大きさを，m，M，θ，α，g のうちの必要なものを用いて表せ。

(4) μ がある値 μ_c よりも小さい場合は ($\mu<\mu_c$)，物体 B の質量 M の値をどのように選んでも，物体 A を静止させておくことができない。この μ_c を，m，θ，α，g のうちの必要なものを用いて表せ。

(5) $\mu\geqq\mu_c$ の場合に，物体 A を斜面上で静止させておくためには，物体 B の質量 M の値がある範囲内になければならない。この M の範囲の下限値と上限値を，m，θ，α，μ，g のうちの必要なものを用いて表せ。なお，(a) $\mu<\tan\theta$，(b) $\mu\geqq\tan\theta$，それぞれの場合について答えよ。

２．

次の文章の ア ， ウ ， エ には適切な数式を記入し， イ ， オ ， カ には適切な文章や図を記入せよ。

図１に示すように，固定された平板上に１辺の長さが L の立方体 A をおき，両側面に糸を付け，それぞれ張力 T_0 および T_1 で糸を引いた。立方体 A と平板との静止摩擦係数は μ，立方体の両側面と糸とのなす角度はそれぞれ $\theta\left(0<\theta<\dfrac{\pi}{2}\right)$ である。立方体 A は平板に対して平行にしか動かない (回転しない) とする。

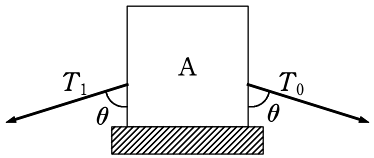

図１

$T_0=T_1$ の状態から，T_0 のみを少しずつ増加させたとき，立方体 A がすべり始める直前の T_0 を T_1 を用いて表すと，

$T_0=$ ア ……①

となる。① 式の導き方を イ に記述せよ。

次に，n 個の立方体 A を固定された正 n 角柱の各側面におき，互いに糸で結んだ。正 n 角柱の１辺の長さは L であり，立方体 A と正 n 角柱との静止摩擦係数は μ である。糸の張力を順に T_0, T_1，……，T_n とする。図１の場合と同じように，n 個の立方体 A と $n+1$ 本の糸とのなす角 θ は全て等しいとする。図２は $n=3$ の場合の例である。θ を n で表すと，

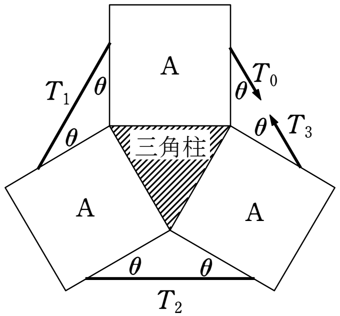

図２

$\theta=$ ウ である。$T_0=T_n$ の状態から少しずつ T_0 のみを増加させたとき，n 個の立方体 A がすべり始める直前の T_0 を T_n を用いて表すと

$T_0=$ エ ……②

となる。② 式の導き方を オ に記述せよ。

$n=\infty$ のときの ② 式を考慮すると

$T_0\leqq T_\infty e^{2\pi\mu}$ ……③

となる場合にはすべりが起こらないことが導かれる。ここで，$e=2.718$…… である。

③ 式が表すような現象の具体例を カ に説明せよ。