

学籍番号 _____

氏名 _____

問題1. 火星の半径はおよそ 3.4×10^3 km、質量はおよそ 6.4×10^{23} kg である。万有引力定数 $G = 6.7 \times 10^{-11}$ Nm²/kg² であることを用いて以下の問に答えよ。計算には、円周率 $\pi = 3.14$ を用いよ。計算式を書き、答は有効数字の桁数を考慮し、単位を明記すること。

(1) 火星における重力加速度の大きさを求めよ。

万有引力の法則を用いる

$$g_{\text{火}} = GM/(r^2) = 6.7 \times 10^{-11} \times 6.4 \times 10^{23} / (3.4 \times 10^6)^2 = 6.7 \times 6.4 / 3.4^2 = 3.709343$$

有効数字は2桁なので 3.7 m/s²

(2) 火星上で周期が2.0 sの単振り子を作りたい。この振り子の糸の長さを求めよ。

(1)の結果と単振り子の周期の公式を用いる

$$T = 2\pi \sqrt{l/g} = 2 * 3.14 * \sqrt{l/3.71} = 2.0$$

$$\text{これから } l = 3.71 / 3.14^2 = 0.376283$$

有効数字は2桁なので 0.38 m

(3) 地球の質量はおよそ 6.0×10^{24} kg である。地球と火星が 2.3×10^8 km の距離に接近した時、地球と火星との間にはたらく(万有)引力の大きさを求めよ。

万有引力の法則を用いる

$$F = GM_{\text{地}}M_{\text{火}}/(R^2) = 6.7 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24} \times 6.4 \times 10^{23} / (2.3 \times 10^{11})^2 \\ = 6.7 \times 6.0 \times 6.4 \times 10^{14} / 2.3^2 = 4.863516 \times 10^{15}$$

有効数字は2桁なので 4.9×10^{15} N

問題2. ばねのばね定数の単位は N/m と表される。これはなぜそうなのか、説明せよ。

解答.

ばね定数は、フックの法則における定数である。フックの法則は「(弾性限度以下であれば)ばねにかかる力(単位は N)とばねの伸びが正比例する」というものである。

$$\text{その比例定数を } k \text{ で表すと、} \quad [N] = k [m]$$

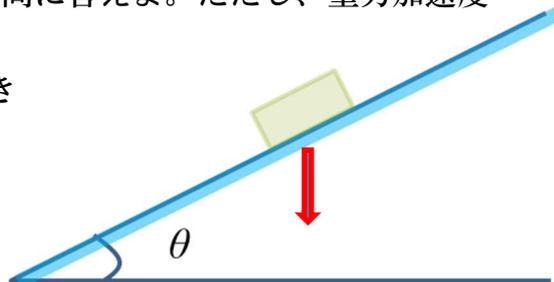
と表される。したがって、ばね定数の単位は N/m と書けるのである。

問題3. 図のように水平面と角度 θ をなす粗い斜面上に質量 m [kg] の小物体 A を載せたところ、物体は静止したままであった。このとき次の問に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

(1) 小物体 A にはたらく重力の大きさと方向・向き

重力は鉛直下向きに働く

大きさは mg [N]

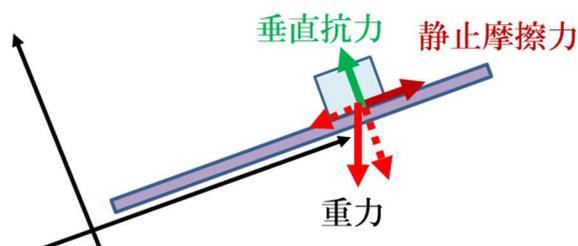


(2) 小物体 A が斜面に対して垂直方向に及ぼす力の大きさと方向・向き

重力の分力として以下の2つが考えられる

斜面に垂直下向き $mg\cos\theta$ [N] -- (2)の解

斜面に平行下向き $mg\sin\theta$ [N]



(3) 小物体 A に作用する斜面からの垂直抗力の大きさと方向・向き

作用反作用の法則

小物体 A が斜面に対して垂直に働く力の反作用が、斜面からの垂直抗力

斜面に垂直上向き、大きさは $mg\cos\theta$ [N]

(4) 小物体 A にはたらく重力の分力のうち、斜面に平行な力の大きさと方向・向き

重力の分力として

斜面に平行下向き $mg\sin\theta$ [N]

(5) 小物体 A に作用する摩擦力の大きさと方向・向き

小物体が静止していることから、小物体 A は斜面に平行下向きに受ける力と反対向きの大きさが等しい力を、斜面から摩擦力として作用されている。そうでないと、小物体は 0 より大きな加速度を持つ = 加速度運動するはず。ゆえに 斜面に平行上向き $mg\sin\theta$ [N]

問題4. 右図のように、質量 m [kg] の小物体 A と質量 M [kg] (ただし $M > m$) の小物体 B を、軽いばねと軽い伸び縮みしないひもにより、滑らかな滑車を通してつないだ。すると A も B も静止した。ここで重力加速度の大きさを g [m/s²]、ばねのばね定数を k [N/m] とする。(1)小物体 A につながったひもの張力、(2)小物体 B が床から受ける垂直抗力の大きさ、(3)ばねの自然長からの伸びの長さ、をそれぞれ求めよ。

答: (1) A にかかる重力に等しいので mg [N]、(2) B が受ける上方向の力： mg [N] の力と床からの垂直抗力、下方向：重力 Mg [N] の力、これらが釣りあう。よって $(M - m)g$ [N]

(3) ばねは mg [N] の力で引っ張られているので、フックの法則から mg/k [m]

