

[A類理科選修, A類環境教育選修, B類理科専攻 対象]

物理基礎 解答例

令和4年度  
一般選抜前期  
私費外国人  
帰国生

I	問1	物体1には斜面に沿って下向きに大きさ $Mg \sin \theta$ の力, 斜面から大きさ $Mg \cos \theta$ の垂直抗力, 斜面からの静止摩擦力 $f$ およびひもの張力 $T$ がはたらく。物体が斜面に沿って上がるためには, 最大静止摩擦力 $f_{max} = \mu Mg \cos \theta$ より大きな力が斜面上方にかかっていればよい。よって $T - Mg \sin \theta > \mu Mg \cos \theta$ であればよい。また, ひものが軽いことから, 物体2について $T = mg$ が成り立つ。よって, $m > M(\sin \theta + \mu \cos \theta)$ が求める条件である。
	問2	物体1, 2が動く方向に沿って座標軸を取ると, その方向の物体の加速度を $a$ として物体1, 2の運動方程式はそれぞれ $Ma = T - Mg \sin \theta - \mu' Mg \cos \theta$ , $ma = mg - T$ となる。これらから $a$ を消去し, $T$ について解くと $T = \frac{mM(1 + \sin \theta + \mu' \cos \theta)}{M + m} g$ となる。
	問3	前問の運動方程式から, 物体1, 2の加速度は $a = \frac{m - M(\sin \theta + \mu' \cos \theta)}{M + m} g$ であり, この運動は等加速度運動なので $h$ だけ下降するまでにかかった時間 $t$ について $\frac{1}{2} at^2 = h$ が成り立つ。よって $t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2h(M + m)}{m - M(\sin \theta + \mu' \cos \theta)} g}$ となる。
	問4	物体1は距離 $h$ だけ斜面を上昇し, その間に大きさ $\mu' Mg \cos \theta$ の動摩擦力を進行方向と逆向きに受ける。よってこの動摩擦力が物体1に対してした仕事は $W = -\mu' Mgh \cos \theta$ である。一方, 物体2が距離 $h$ だけ下降したときの物体1, 2の速さを $v$ とすると, 運動エネルギーの変化は $\Delta K = \frac{1}{2}(m + M)v^2$ であり, この $v$ については物体1, 2の運動が等加速度運動であることから $v^2 - 0^2 = 2ah$ が成り立つ。ここで $a$ は問3で求めた加速度であり, 物体1, 2が動き始めたときは初速度0であったことを使った。また, 位置エネルギーの変化は, 物体1は高さ $h \sin \theta$ だけ位置が変化したことに注意して, $\Delta U = Mgh \sin \theta - mgh = (M \sin \theta - m)gh$ となる。力学的エネルギーの変化は $\Delta E = \Delta K + \Delta U$ なので, $\Delta E = -\mu' Mgh \cos \theta$ となる。これは動摩擦力がした仕事 $W = -\mu' Mgh \cos \theta$ に等しいので, 題意が示される。

II	問1	並列つなぎにした部分の合成抵抗の値は $R/2$ になることから, AB間にかかる電圧は $V/3$ である。この回路全体の合成抵抗は $3R/2$ だから, 抵抗 $R_1$ に流れる電流は $2V/3R$ である。
	問2	点A, Bはそれぞれ抵抗 $R_2$ の左側, 右側と導線につながっているため, AB間にかかる電圧は抵抗 $R_2$ にかかる電圧に等しい。よってAB間にかかる電圧は $V/2$ である。この回路全体の合成抵抗は $2R$ だから, 抵抗 $R_1$ に流れる電流は $V/2R$ である。
	問3	並列つなぎにした部分の合成抵抗の値は $R/4$ となる。抵抗 $R_1$ の抵抗値は $R$ なので, AB間にかかる電圧は $V/5$ となる。この回路全体の合成抵抗は $5R/4$ だから, 抵抗 $R_1$ に流れる電流は $4V/5R$ である。
	問4	導線ABの部分の抵抗は無視できるから, 抵抗 $R_2, R_3$ には電流が流れず, 導線AB部分にだけ電流が流れる。このAB間では, 電圧降下が生じないので, 電圧は0となる。また, 抵抗 $R_1$ を流れる電流の大きさは $V/R$ となる。

[A類理科選修, A類環境教育選修, B類理科専攻 対象]

物理基礎 解答例

令和4年度  
一般選抜前期  
私費外国人  
帰国生

III	問1	振幅は図より 2.0 cm、波長は 80 cm、速さは $80 \text{ cm}/0.50 \text{ s} = 1.6 \times 10^2 \text{ cm/s}$
	問2	
	問3	