三条市立大学　令和５年度
工学部　技術・経営工学科
一般選抜　**中**期日程

個別学力検査

物理　解答例

令和５年３月８日　　13 時～14 時 30 分（90 分）

1

（１） 等加速度運動の公式より　$v^2 - {v_0}^2 = 2az$　（aは加速度，zは高さ）

$$v_{\mathrm{P}}{}^2 - 0 = 2gh$$

$$v_{\mathrm{P}} = \sqrt{2gh}$$

同じく公式より　$v = v_0 + at$　（aは加速度）

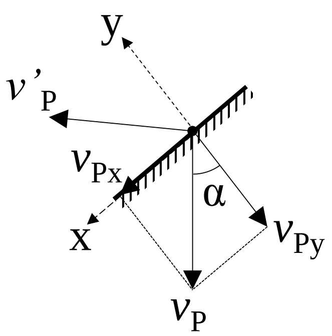
$$v_{\mathrm{P}} = 0 + gt_{\mathrm{P}}$$

$$t_{\mathrm{P}} = \frac{v_{\mathrm{P}}}{g}$$

$$t_{\mathrm{P}} = \frac{\sqrt{2gh}}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

（２）



$$v_{\mathrm{Px}} = v_{\mathrm{P}}\sin\alpha = \sqrt{2gh}\sin\alpha$$

$$v_{\mathrm{Py}} = -v_{\mathrm{P}}\cos\alpha = -\sqrt{2gh}\cos\alpha$$

完全弾性衝突なので，x 方向の速度成分は同じ，

y 方向のそれは向きのみが変わる

$$v'_{\mathrm{Px}} = v_{\mathrm{Px}} = v_{\mathrm{P}}\sin\alpha = \sqrt{2gh}\sin\alpha$$

$$v'_{\mathrm{Py}} = -v_{\mathrm{Py}} = v_P\cos\alpha = \sqrt{2gh}\cos\alpha$$

（３）

$$a_{\mathrm{x}} = a\sin\alpha = g\sin\alpha$$

$$a_{\mathrm{y}} = -a\cos\alpha = -g\cos\alpha$$

※αの代わりにβを用いた解答でも可とする

（４） Q における Y 座標は 0 となるので，

等加速度運動の公式　$y = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$　より　（aは加速度）

$$0 = v'_{P\mathrm{y}}t + \frac{1}{2}a_{\mathrm{y}}t^2$$

$$0 = t\left(v'_{P\mathrm{y}} + \frac{1}{2}a_{\mathrm{y}}t\right)$$

$$0 = t\left(\sqrt{2gh}\cos\alpha - \frac{gt}{2}\cos\alpha\right)$$

$$t = 0,\quad 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

※αの代わりにβを用いた解答でも可とする

※速度が0となる最高点に達する時間の 2 倍としてもよい

1 （つづき）

$t=0$は点 P に衝突した時刻なので，点 Q に衝突した時刻は$2\sqrt{\frac{2h}{g}}$ である。よって，

$$l = v'_{\mathrm{Px}}t + \frac{1}{2}a_{\mathrm{x}}t^2 = \sqrt{2gh}\sin\alpha \times 2\sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{1}{2}g\sin\alpha\frac{8h}{g}$$

$$l = 8h\sin\alpha$$

※αの代わりにβを用いた解答でも可とする

※速度が0となる最高点に達する時間の 2 倍としてもよい

2

（1）物体にはたらく力の斜面に垂直方向のつりあいより，垂直抗力 N は $N = mg\cos\theta$ となる。よって，垂直抗力の大きさは $mg\cos\theta$〔N〕

（2）（1）より垂直抗力 $N = mg\cos\theta$ であるから，動摩擦力の大きさは $\mu' N = \mu' mg\cos\theta$ となる。物体に対して動摩擦力がした仕事を W_μ とすると，W_μ は動摩擦力と逆向きに距離 l だけ運動する間にした仕事であるから，

$W_\mu = -\mu' mgl\cos\theta$〔J〕

（3）重力がした仕事を W_g とすると，重力の斜面方向成分は斜面方向下向きに $mg\sin\theta$ であり，この力に逆らって距離 l だけ運動する間にした仕事であるから，

$W_g = -mg\,l\sin\theta$〔J〕

負号「−」は力と変位が逆向きであることを示す。

（別解）

重力 mg と逆向きに $l\sin\theta$ 変位したと考えて

$W_g = -mg\,l\sin\theta$〔J〕

（4）垂直抗力がした仕事を W_N とすると，垂直抗力の方向，すなわち斜面に垂直方向には変化しないので，$W_N = 0$。点 B に達したときの物体の速さは 0 であるから，運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv_0^2$ から 0 に変化する。このことを踏まえると，

$$0 - (W_g + W_\mu + W_N) = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgl\sin\theta + \mu' mgl\cos\theta = mgl(\sin\theta + \mu'\cos\theta)$$

よって，

$$l = \frac{v_0^2}{2g(\sin\theta + \mu'\cos\theta)}\ [\mathrm{m}]$$

2 （つづき）

（５）物体に働く力より運動方程式は加速度をαとして

$$m\alpha = mg\sin\theta - \mu' mg\cos\theta$$

よって，

$$\alpha = g(\sin\theta - \mu'\cos\theta) \qquad \text{(a)}$$

また，点 A に達した時の速度を v とすると

$$2\alpha l = v^2 - 0^2 \qquad \text{(b)}$$

式(a)，(b)より

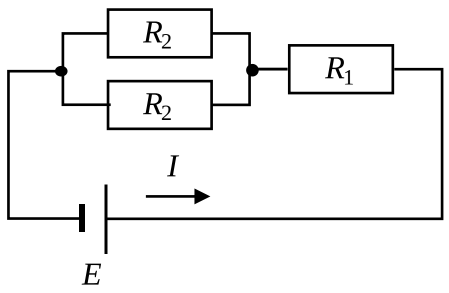
$$v = \sqrt{2\alpha l} = v_0\sqrt{\frac{\sin\theta - \mu'\cos\theta}{\sin\theta + \mu'\cos\theta}}\ \text{[m/s]}$$

3

（１）図１より，抵抗 R_1＝4〔Ω〕，抵抗 R_2＝20〔Ω〕と読み取れる。

（２）抵抗 R_1 と２つの並列接続された抵抗 R_2 が直列に接続されているので，

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_2}{R_2 + R_2} = R_1 + \frac{R_2}{2} = 4 + 10 = 14[\Omega]$$



（３）$I = \frac{E}{14}$[A]

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{E^2}{14}\ [\mathrm{W}]$$ または $$P = I^2 R = \left(\frac{E}{14}\right)^2 \cdot 14 = \frac{E^2}{14}[\mathrm{W}]$$

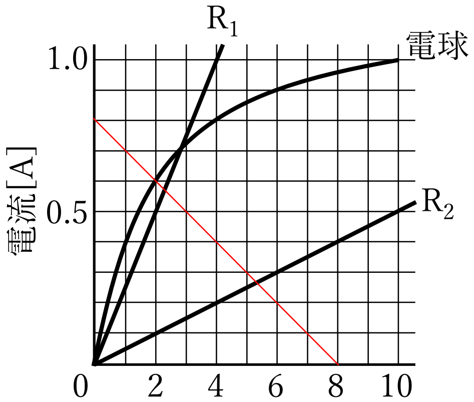
（４）並列接続された２つの抵抗 R_2 の合成抵抗は 10Ω。

電球の両端の電位差を V として I' と V の関係式をたてると，

$E - V - 10I' = 0$

$8 = V + 10I'$　この式で V=0 の時の I' は 0.8〔A〕，I'＝0 の時の V＝8〔V〕

または，$I' = -\frac{1}{10}V + 0.8$　　から負荷線が描ける。



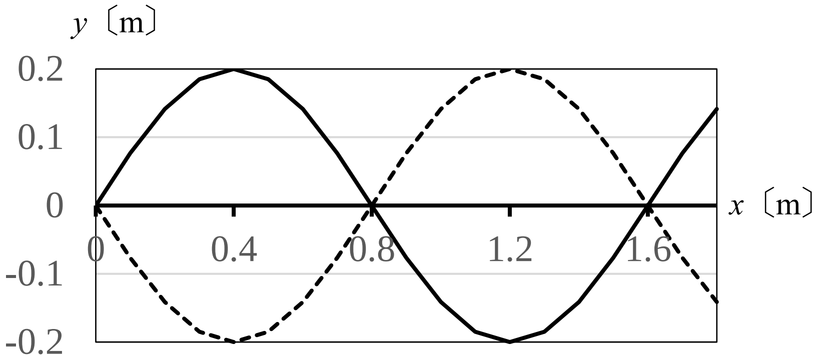
3 （つづき）

（5）図 1 のグラフより，電球の抵抗値は電流が大きくなるほど大きくなることが分かる。これは導体に電流が流れたことでジュール熱が発生し，導体の温度上昇にともなって内部のイオンの振動が激しくなり，自由電子の移動が妨げられるようになるからである。

4

（1）波長をλ，振動数をf，速さをv，周期をTとすると，$\lambda = v/f = Tv = 0.5\times3.2=1.6\text{m}$

（2），（3）



（4）一般式はaを振幅とすると，

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

振幅$a = 0.2\text{m}$，周期T=0.5s である．また，x-yグラフにおいて，原点から上に波が描かれているから，$x = 0$の位置の時刻t〔s〕における変位y〔m〕を表す式は，$y = -0.2\sin 4\pi t$

（5）一般式は

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

問（4）の条件に加えて，$\lambda = 1.6$ m であることを踏まえて，任意の位置x〔m〕，時刻t〔s〕における変位y〔m〕を表す式は，

$$y = -0.2\sin 4\pi\left(t - \frac{x}{3.2}\right)$$