

三条市立大学 令和8年度
工学部 技術・経営工学科
一般選抜 前期日程

個別学力検査

理科 解答例

令和8年2月25日 11時15分～12時45分（90分）

(余 白)

(余 白)

1

図のように、スキージャンプの選手が、踏み切り台から水平方向に初速 v_0 [m/s] の速さで飛び出し、 t [s] 後に斜面に到達した。重力加速度の大きさを g [m/s²] として、以下の問いに答えよ。なお、本設問では、選手は質点とみなし、空気抵抗を無視する。

- (1) 斜面に到達した場所から見た踏み切り台の高さ h [m] と踏み切り台端面までの水平方向の距離 L [m] を v_0 と t を用いて表せ。

踏み切り台の先端を原点として選手の水平方向の位置を x 、鉛直方向を y (下向きを正) とすると任意時刻 t での位置は、水平投射の考えより、それぞれ以下の式で与えられる。

$$x = v_0 t \quad 1$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \quad 2$$

題意より $x = L$, $y = h$ であるから

1, 2式より

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad 3$$

答え $h = \frac{1}{2} g t^2$ [m]

$$L = v_0 t \quad 4$$

答え $L = v_0 t$ [m]

- (2) 斜面に到達する直前の選手の鉛直下向きの速さ v_y [m/s] と水平方向の速さ v_x [m/s] を求めよ。

水平投射の考えより、選手の鉛直下向きの速さは $v_y = gt$ 、水平方向の速さは $v_x = v_0$ と表され、 $t = t$ (s) なので

$$v_y = gt \quad 5$$

答え $v_x = v_0$ [m/s]

答え $v_y = gt$ [m/s]

- (3) 斜面に到達する直前の選手の速さ V [m/s] を v_0 , g と h を用いて表せ。

斜面に着地する直前の選手の速さは v_x と v_y を用いて $V = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ より求める。

式5より $v_y = gt$

$$V = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$$

式3より $(gt)^2 = 2gh$ となるので

$$V = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

答え $V = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ [m/s]

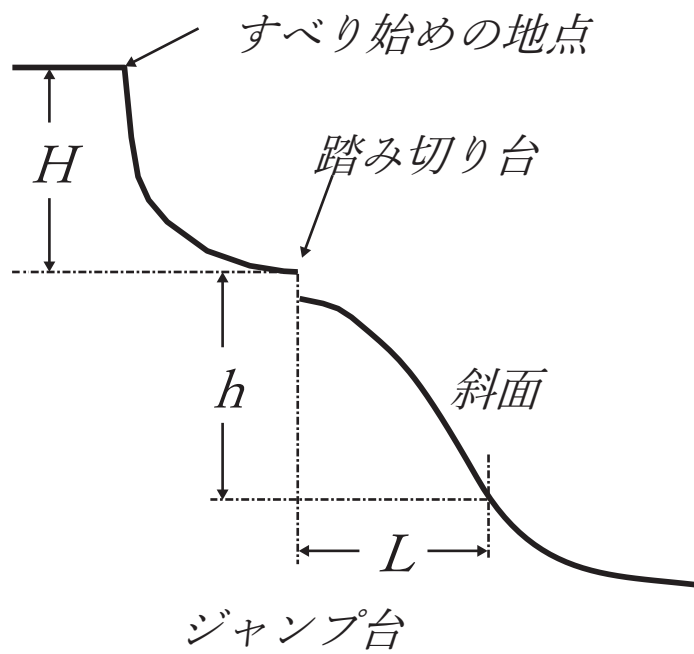
- (4) スキージャンプの選手は、静止している状態から静かにすべり始めて、踏み切り台に到達した。踏み切り台の位置を基準として、すべり始めの地点の高さ H [m] を v_0 を用いて表せ。なお、すべり始めの地点から踏み切り台までの摩擦は無視できる。

摩擦、空気抵抗などの非保存力が作用しないため、力学的エネルギーが保存される。したがって、位置エネルギー mgH がすべて運動エネルギー $\frac{1}{2}mv_0^2$ に変化されたと考えると、

$$mgH = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad 6$$

$$H = \frac{v_0^2}{2 \times g} \quad 7$$

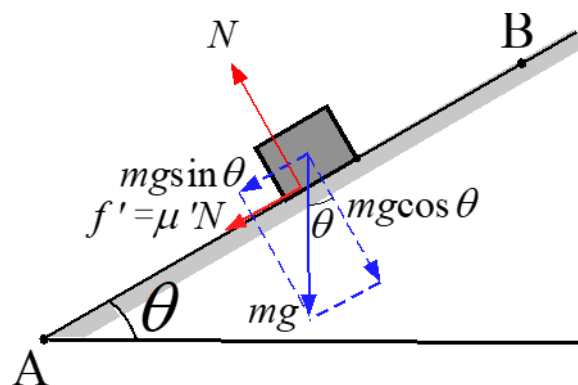
答え $H = \frac{v_0^2}{2 \times g}$ [m]



2

図のように、水平面と θ の角をなす傾斜斜面の下端の点 A に、質量 m [kg] の大きさが無視できる物体を置き、この物体を初速度 v_0 [m/s] で斜面に沿ってまっすぐ上方へ打ち出したところ、物体は斜面上を直線運動し、点 B まで上昇して静止した。物体と斜面との間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g [m/s²] として、以下の問いに答えよ。

- (1) 物体が斜面上を運動しているとき、物体にはたらく動摩擦力の大きさを求めよ。



物体にはたらく力を図示すると、上図のようになる。斜面に垂直な方向の力のつり合いから垂直抗力 N は $N = mg \cos \theta$

よって、動摩擦力の大きさは

$$f' = \mu' N = \mu' mg \cos \theta \text{ [N]}$$

答え $f' = \mu' N = \mu' mg \cos \theta \text{ [N]}$

- (2) 物体の加速度を a [m/s²] とするとき、斜面に沿って上方に運動しているときの運動方程式を求めよ。ただし、斜面に沿って上向きを正とする。

上図より、物体にはたらくしている運動方向（斜面方向）の力は、動摩擦力の大きさ f' と重力の斜面方向成分 $mg \sin \theta$ である。双方加速度の正の向きとは逆向きなので、運動方程式は

$$ma = -mg \sin \theta - \mu' mg \cos \theta$$

答え $ma = -mg \sin \theta - \mu' mg \cos \theta$

- (3) 物体が点 A で打ち出されてから点 B で静止するまでに要する時間を求めよ。

(2)より加速度 a を求めると

$$a = -g(\sin \theta + \mu' g \cos \theta)$$

g , θ , μ' は一定値なので、物体は等加速度直線運動をする。点 B では速度が 0 であるから、等加速度直線運動の式 $v = v_0 + at$ より求める時間を t として

$$0 = v_0 + \{-g(\sin \theta + \mu' g \cos \theta)\} \cdot t$$

$$\text{よって, } t = \frac{v_0}{g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)} \text{ [s]}$$

$$\text{答え } t = \frac{v_0}{g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)} \text{ [s]}$$

- (4) AB 間の距離を求めよ。

AB間の距離を l として等加速度直線運動の式より $l = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

(3)の結果, $a = -g(\sin \theta + \mu' g \cos \theta)$, $t = \frac{v_0}{g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)}$ を代入すると,

$$\begin{aligned} AB = l &= v_0 \frac{v_0}{g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)} - \frac{1}{2} g(\sin \theta + \mu' \cos \theta) \frac{v_0^2}{g^2(\sin \theta + \mu' \cos \theta)^2} \\ &= \frac{v_0^2}{2g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)} \text{ [m]} \end{aligned}$$

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

別解

AB間の距離を l として等加速度直線運動の式 $v^2 - v_0^2 = 2al$ より

$$0^2 - v_0^2 = 2 \cdot \{-g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)\} \cdot l$$

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

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

- (5) 物体は点 B まで上昇した後、ただちに斜面をすべり下り、点 A までもどってきたとする。このとき、点 A にもどってきたときの物体の速さを求めよ。

点 A に到達するまでの間、垂直抗力の向きは、常に物体の運動方向と垂直なので、物体に仕事をしない。よって、物体に仕事をする力は重力と動摩擦力である。重力が物体にした仕事を W_1 、動摩擦力が物体にした仕事を W_2 とすると、

$$W_1 = mgl \sin \theta$$

$$W_2 = fl \cos 180^\circ = -\mu' mgl \cos \theta$$

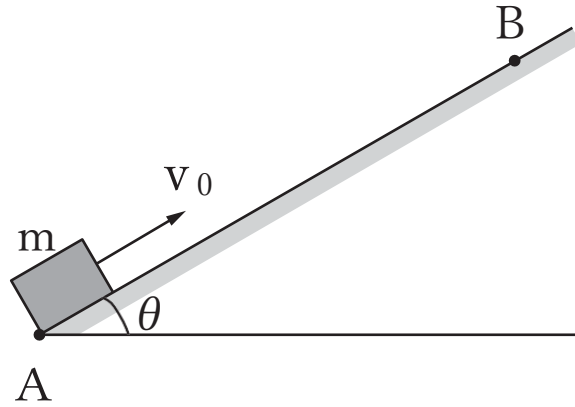
であるから、点 A での物体の速さを v とすると、物体が斜面を l だけすべり降りたときの力学的エネルギーの変化量が動摩擦力のした仕事となるので、

$$mv^2 + 0 - (0 + mgl \sin \theta) = -\mu' mgl \cos \theta$$

よって、 $v = \sqrt{2gl(\sin \theta - \mu' \cos \theta)}$

この式に (4) で得た結果 $l = \frac{v_0^2}{2g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)}$ を代入すると、

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



3

図の回路は、直流電源、ポンプ、スイッチ、抵抗から構成される。以下の問いに答えよ。
ただし、電源の内部抵抗は無視するとし、解答には単位を明示すること。

- (1) 図のスイッチを閉じたとき、ポンプ両端の電圧は 180 [V] であった。抵抗に流れる電流を求めよ。

電源電圧を V [V] , 抵抗を R [Ω] , 抵抗の電流を I [A] とすると,

$V=RI$ より,

$$I = (200-180) \text{ [V]} / 5 \text{ [\Omega]}$$

$$= 4 \text{ [A]}$$

答え 4 [A] あるいは 4.0 [A]

- (2) (1) において、抵抗が 60 [s] 間に発生するジュール熱を求めよ。

抵抗の電圧を V_R [V] , 抵抗を R [Ω] , 抵抗の電流を I [A] , 抵抗で発生する熱量を Q [J] , 時間を t [s] とすると,

$$Q = V_R I t$$

$$= (200-180) \text{ [V]} \cdot 4 \text{ [A]} \cdot 60 \text{ [s]}$$

$$= 20 \cdot 4 \cdot 60 \text{ [J]}$$

$$= 4800 \text{ [J]}$$

答え 4800 [J] あるいは 4.8×10^3 [J]

- (3) 図において、ポンプを交換し、電源電圧を 100 [V] に変更した。スイッチを閉じたとき、ポンプ両端の電圧は 90 [V] であった。抵抗が 60 [s] 間に発生するジュール熱を求めよ。

抵抗の電圧を V_R [V] , 抵抗を R [Ω] , 抵抗の電流を I [A] , 抵抗で発生する熱量を Q [J] , 時間を t [s] とすると,

$$Q = V_R I t$$

$$= (100-90) \text{ [V]} \cdot (100-90)/5 \text{ [A]} \cdot 60 \text{ [s]}$$

$$= 10 \cdot 2 \cdot 60 \text{ [J]}$$

$$= 1200 \text{ [J]}$$

答え 1200 [J] あるいは 1.2×10^3 [J]

- (4) (1)において、ポンプが消費する電力のうち、60%が仕事に使用される。汲み上げ高が 2.5 [m] で重力加速度を 9.8 [m/s²] とするとき、このポンプが 60 [s] 間に汲み上げる水の質量を求めよ。

ポンプの電力量を Q [J] , ポンプが汲み上げた水の仕事を W [J] , ポンプ両端の電圧を V [V] , 時間を t [s] ポンプの電流を I [A] , 汲み上げた水の質量を M [kg] , 水の汲み上げ高さを h [m] とする。ポンプの効率が 60%であることから、実際の仕事量 Q [J] は、 $Q=Pt$, $P=VI$ より、

$$\begin{aligned} Q &= Pt \cdot 0.6 \\ &= VI t \cdot 0.6 \\ &= 180 \text{ [V]} \cdot 4 \text{ [A]} \cdot 60 \text{ [s]} \cdot 0.6 \\ &= 25920 \text{ [J]} \\ &\doteq 2.6 \times 10^4 \text{ [J]} \end{aligned}$$

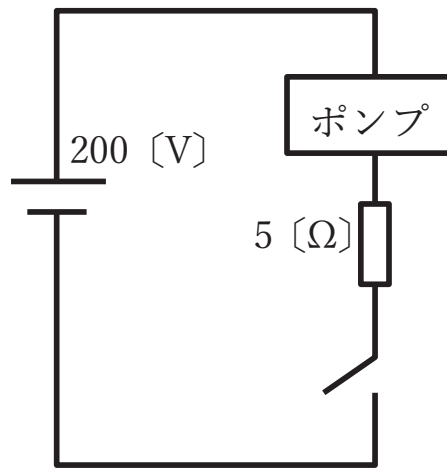
ポンプが汲み上げる水の仕事 W [J] は、

$$\begin{aligned} W &= Mgh \\ &= M \text{ [kg]} \cdot 9.8 \text{ [m/s}^2\text{]} \cdot 2.5 \text{ [m]} \\ &= 24.5 M \text{ [J]} \end{aligned}$$

Q と W は一致するため、

$$\begin{aligned} Q &= W \\ 25920 &= 24.5 M \quad ※2.6 \times 10^4 \text{ [J]} \text{ で計算しても良い} \\ M &= 25920 / 24.5 \text{ [kg]} \\ &= 1057.959 \cdots \text{ [kg]} \\ &\doteq 1058.0 \text{ [kg]} \end{aligned}$$

答え 1058.0 [kg] あるいは1061.2 [kg] あるいは 1.1×10^3 [kg]



4

図のように、シリンダー内に断面積 S [m²] のなめらかに動くピストンにばね定数 k [N/m] のばねが接続され、もう一端がシリンダーの壁に固定されている。はじめ、シリンダー内の気体の体積は V_0 [m³]、シリンダー内外の気体の圧力は P_0 [Pa] でばねは自然の長さになっている。次に、内部の気体に Q [J] 熱を加えたところ、ピストンが移動し、ばねが縮んだ。以下の問いに答えよ。

- (1) 自然の長さからのばねの縮みが x [m] のとき、気体の体積 V [m³] を x の関数として表せ。

ばねの縮みが x のとき、体積の増加量は Sx であるので、 $V = V_0 + Sx$

答え $V = V_0 + Sx$

- (2) 自然の長さからのばねの縮みが x [m] のとき、気体の圧力 P [Pa] を x の関数として表せ。

ばねの縮みが x のとき、ピストンにはたらく力のつり合いの式は

$$PS = P_0S + kx$$

答え $P = P_0 + \frac{k}{S}x$

- (3) P [Pa] を V [m³] の関数として表せ。

式 (2) では P が x の関数で表されているので、式 (1) を用いて P を V の関数として表す。

$$(1) \text{ より } x = \frac{V - V_0}{S}$$

これを (2) に代入して $P = P_0 + \frac{k}{S} \cdot \frac{V - V_0}{S}$

答え $P = P_0 + \frac{k}{S^2}(V - V_0)$

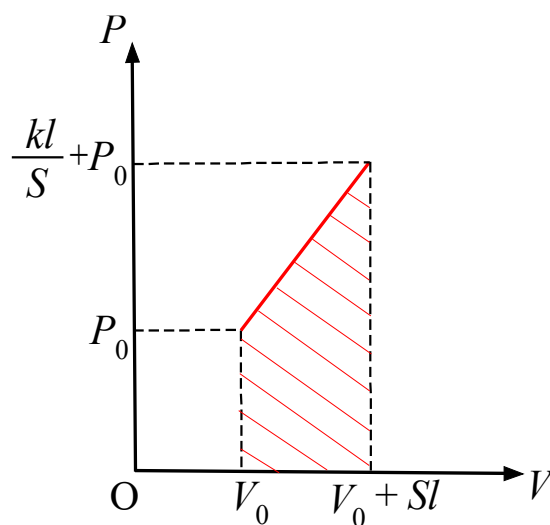
- (4) ばねの縮みが1[m] となったところで加熱をやめ、ピストンをシリンダーに固定した。このとき、気体が外部にした仕事を求めよ。

$x = l$ として P - V グラフを描くと下図の赤の太線のようなになる。気体がした仕事 W は、グラフと V 軸の間の面積で表される。台形の面積を求めると、

$$W = \left(P_0 + \frac{kl}{S} + P_0 \right) \times Sl \times \frac{1}{2}$$

$$= P_0Sl + \frac{1}{2}kl^2 \text{ [J]}$$

$$\text{答え } P_0Sl + \frac{1}{2}kl^2 \text{ [J]}$$



- (5) はじめの状態から(4)への状態変化にともなう気体の内部エネルギーの増加量[J]を求めよ。

熱力学第一法則より、気体に加えられた熱量 Q [J] は、気体の内部エネルギーの変化 ΔU [J] と、気体が外部にする仕事 W [J] との和に等しい。

よって、気体の内部エネルギーの増加量 ΔU は

$$\Delta U = Q - W = Q - P_0Sl - \frac{1}{2}kl^2 \text{ [J]}$$

$$\text{答え } Q - P_0Sl - \frac{1}{2}kl^2 \text{ [J]}$$

