

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 中期日程

個別学力検査

理科 解答例

令和8年3月8日 11時15分～12時45分（90分）

(余 白)

(余 白)

1

図のように、電車がA 駅を出てからB 駅に到着するまでの速度 v 〔m/s〕と経過時間 t 〔s〕を測定したところ、B 駅を通り過ぎて一度停止し、再び動き出して B 駅に到着した。電車の長さは考えなくてよいとして、以下の問いに答えよ。

- (1) 発車後、20〔s〕間の加速度の大きさ a 〔m/s²〕を求めよ。

発車後 20s 間は v - t グラフの傾きは一定であるから、加速度は一定である。その大きさ a は

$$a = \frac{40 - 0}{20 - 0} = 2.0$$

答え 2.0〔m/s²〕

- (2) 最初に B 駅に近づいたときの減速中の加速度の大きさ d 〔m/s²〕を求めよ。

「B 駅に近づいたときの」という文言により設問の解釈に疑義が生じたため、公平な採点を行う観点から、受験者全員を正解として取り扱いました。

- (3) B 駅を通り過ぎて一旦停止した場所の A 駅からの距離〔m〕を求めよ。

v - t グラフの t 軸と囲む面積で、 $v > 0$ の部分は正の変位を示し、 $v < 0$ は負の変位を表す。このことから

一旦停止した場所は、A 駅からからの距離を D_1 とすると、110s 後までの台形の面積を求めればよい。

$$D_1 = \frac{\{(70 - 20) + 110\} \times 40}{2} = 3200$$

答え 3200〔m〕

- (4) A 駅と B 駅との間の距離 D [m] を求めよ。

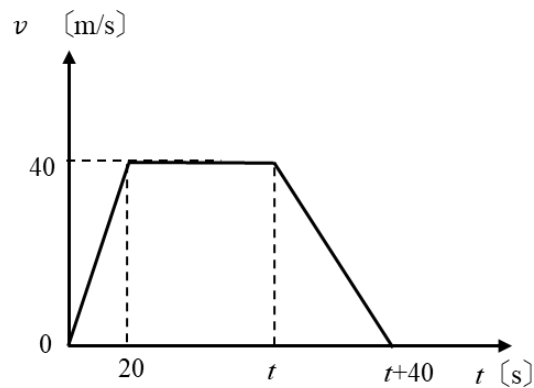
A 駅と B 駅との距離を D とすると、一旦停止した場所から B 駅まで戻った距離が 130s から 190s 後までの台形の面積で表される。このことから、

$$D = D_1 - \frac{\{(190 - 130) + (180 - 140)\} \times 20}{2} = 3200 - 1000 = 2200$$

答え 2200 [m]

- (5) 別の電車で、A 駅を出発後、 a [m/s²] で加速し最高速度 40 [m/s] でしばらく移動して d [m/s²] で減速した。A 駅から B 駅に最短時間で到達するには、出発後何秒から減速を始めればよいか。

問い 5 の v - t グラフを書くと以下のようなになる。 t は減速を始める時間である。



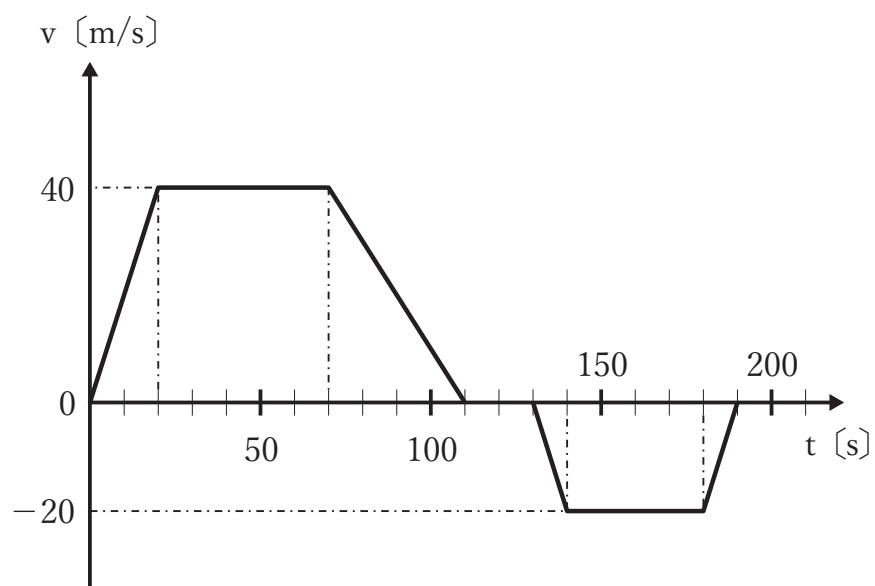
このグラフの面積が (4) で求めた B 駅までの移動距離 2200m に一致すればよいので、

$$\frac{\{(t - 20) + (t + 40)\} \times 40}{2} = 2200$$

$$2t + 20 = 110$$

$$t = \frac{90}{2} = 45$$

答え 45 [s]



2

図のように、水平な床の上に質量 m [kg] の物体が置いてある。この物体に一定の大きさ f [N] の力を水平方向に加えると、物体は水平方向にすべり出した。物体が距離 l [m] 動いたところで力を除いた。床と物体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) 力を加えているときの物体の加速度の大きさを求めよ。

物体は床上を移動するため、鉛直方向に移動しない。よって、加速度の鉛直成分は 0 であり、鉛直方向の力はつり合っている。物体が床より受ける垂直抗力の大きさを N [N] とすると、鉛直方向の力のつり合い（運動方程式の鉛直成分）より、 $0 = N - mg$ よって、 $N = mg$

また、水平方向右向きを正として物体の加速度の水平成分を a とすると運動方程式の水平成分は

$$ma = f - \mu'N \text{ となり、 } N = mg \text{ を代入し}$$

$$a = \frac{f}{m} - \frac{\mu'mg}{m} = \frac{f}{m} - \mu'g \text{ [m/s}^2\text{]}$$

題意より、 $f > \mu'N$

よって、加速度の大きさは $\frac{f}{m} - \mu'g$ [m/s²]

答え $\frac{f}{m} - \mu'g$ [m/s²]

- (2) 物体が距離 l [m] 動いた間に加えた力がした仕事を求めよ。

力の向きと移動方向が同じであるため、この場合の仕事は力の大きさと距離の積であるから、 fl [J]

答え fl [J]

- (3) (2) の間に摩擦によって失われた力学的エネルギーを求めよ。

摩擦力は物体が移動する方向とは逆向きに作用する。摩擦力による仕事は $-\mu'Nl = -\mu'mgl$

または

$$\mu'Nl \cdot \cos 180^\circ = \mu'mgl \cdot (-1) = -\mu'mgl$$

摩擦力による仕事が負であるため、（外力のした仕事） $\times (-1)$ が失われた力学的エネルギーであるため、

$$-(-\mu'mgl) = \mu'mgl \text{ [J]}$$

答え $\mu'mgl$ [J]

- (4) 力を除いた瞬間の物体の運動エネルギーを求めよ。

{物体の運動エネルギーの変化(増加量)} = {外力のした仕事} である。物体の初期状態における運動エネルギー K_0 は初速0より、 $K_0 = 0$ である。

力を除いた瞬間の運動エネルギーを K_1 とすると、物体の運動エネルギーの変化(増加量)は

$$K_1 - 0 = K_1$$

また、重力、垂直抗力による仕事は0である。よって、外力のした仕事は

$$(2), (3) \text{ より } fl - \mu' mgl$$

$$\text{以上より } K_1 = fl - \mu' mgl = (f - \mu' mg)l \quad [\text{J}]$$

$$\text{答え } (f - \mu' mg)l \quad [\text{J}]$$

- (5) 力を除いてから物体が静止するまでに動く距離と、その間の時間を求めよ。

力を除いてから物体が静止するまでに動く距離を s とする。その間に物体に作用する力は重力、垂直抗力、摩擦力であり、重力、垂直抗力による仕事は0、摩擦力による仕事は $-\mu' mgs$ となる。

物体が静止したときの運動エネルギー K_2 は速さが0より $K_2 = 0$.

$$\text{よって, } K_2 - K_1 = -\mu' mgs$$

$$-K_1 = -\mu' mgs \quad \cdots \textcircled{1}$$

$$s = \frac{1}{\mu' mg} K_1 = \frac{1}{\mu' mg} (f - \mu' mg)l = \left(\frac{f}{\mu' mg} - 1 \right) l \quad [\text{m}]$$

$$\text{答え } \left(\frac{f}{\mu' mg} - 1 \right) l \quad [\text{m}]$$

力を除いてから静止するまでの物体の加速度の水平成分を a' (右向きを正) とすると、運動方程式の水平成分は $ma' = -\mu' mg$

$$\text{これより, } a' = -\mu' g = \text{const.}$$

よって、物体は加速度 $(-\mu' g)$ で等加速度直線運動をする。

力を除いた瞬間の物体の速度の水平成分を v_1 (右向きを正) とすると、

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2$$

①より

$$K_1 = -\mu' mgs$$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 = \mu' mgs$$

よって、

$$v_1 = \sqrt{2\mu' gs} \quad (\because v_1 > 0)$$

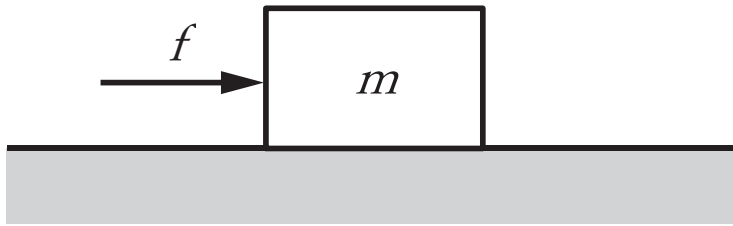
力を除いた瞬間から静止するまでに要した時間を t_s とすると、等加速度直線運動の速度に関する式より、

$$0 = a't_s + v_1$$

$$0 = -\mu g t_s + \sqrt{2\mu' g s}$$

$$t_s = \frac{1}{\mu g} \sqrt{2\mu' g s} = \sqrt{\frac{2s}{\mu' g}} = \sqrt{\frac{2}{\mu' g} \left(\frac{f}{\mu' m g} - 1 \right) l} = \frac{1}{\mu' g} \sqrt{2l \left(\frac{f}{m} - \mu' g \right)} \quad [\text{s}]$$

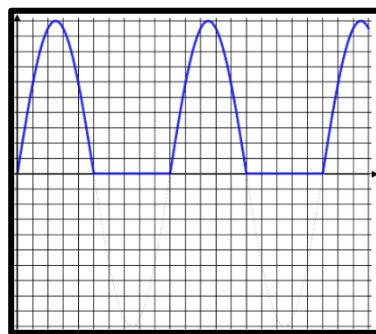
$$\text{答え} \quad \frac{1}{\mu' g} \sqrt{2l \left(\frac{f}{m} - \mu' g \right)} \quad [\text{s}]$$



3

以下の問いに答えよ。

- (1) 図 1 の回路は、交流電源、ダイオード、スイッチ、抵抗から構成される。スイッチを閉じたとき、ダイオード両端の電圧は 0 [V] となり、抵抗の電圧変化 (B に対する A) を測定すると、図 2 のグラフのようになった。ここでスイッチを開いたとき、抵抗の電圧変化 (B に対する A) をグラフに描け。ただし、ダイオードの抵抗値は逆方向では無限大、順方向ではゼロになると考えてよい。



答え

- (2) 図 3 の回路は、直流電源、ダイオード、抵抗から構成される。ダイオードに 10.0 [mA] の電流を流すための抵抗値を計算せよ。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。なお、ダイオードによる順方向電圧降下 V_f は 3.9 [V] とする。

$$\begin{aligned}
 & \text{電源電圧を } V \text{ [V]}, \text{ 抵抗値を } R \text{ [k}\Omega\text{]}, \text{ 電流を } I \text{ [mA]} \text{ とすると,} \\
 & V = RI + V_f \text{ より,} \\
 & R = (24.0 \text{ [V]} - V_f) / 10.0 \text{ [mA]} \\
 & = (24.0 \text{ [V]} - 3.9 \text{ [V]}) / 10.0 \text{ [mA]} \\
 & = 20.1 \text{ [V]} / 10.0 \text{ [mA]} \\
 & = 2.01 \text{ [k}\Omega\text{]}
 \end{aligned}$$

※ 抵抗を [Ω], 電流を [A] として計算しても良い

答え 2.01 [kΩ] あるいは 2 [kΩ] あるいは 2.0 [kΩ] あるいは
2.01×10³ [Ω] あるいは 2010 [Ω] あるいは 2010.0 [Ω]

- (3) (2)において、抵抗を使用して実際に回路を構成しようとしたとき、手元には $1\text{ [k}\Omega\text{]}$ の抵抗が 5 本ある。これをどのように使用して回路を構成すると適切であるか説明せよ。

(2)で $2.01\text{ [k}\Omega\text{]}$ が必要となるが、手元にある抵抗で適切な構成とするためには、 $1\text{ [k}\Omega\text{]}$ の抵抗を 2本、直列に接続すれば良い。

答え 抵抗を 2本、直列に接続する。

- (4) 図 3 の回路において、ダイオードを異なる種類に交換した。このダイオードに 20.0 [mA] の電流を流すための抵抗値を計算せよ。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。なお、ダイオードによる順方向電圧降下 V_f は 3.1 [V] とする。

$$\begin{aligned} & \text{電源電圧を } V\text{ [V]} , \text{ 抵抗値を } R\text{ [k}\Omega\text{]} , \text{ 電流を } I\text{ [mA]} \text{ とすると,} \\ & V=RI+V_f \text{より,} \\ & R=(24.0\text{ [V]} - V_f)/20.0\text{ [mA]} \\ & = (24.0\text{ [V]} - 3.1\text{ [V]})/20.0\text{ [mA]} \\ & = 20.9\text{ [V]} / 20.0\text{ [mA]} \\ & = 1.045\text{ [k}\Omega\text{]} \\ & \approx 1.0\text{ [k}\Omega\text{]} \end{aligned}$$

※ 抵抗を $[\Omega]$, 電流を $[\text{A}]$ として計算しても良い

答え $1.0\text{ [k}\Omega\text{]}$ あるいは $1\text{ [k}\Omega\text{]}$ あるいは $1.0\times 10^3\text{ [}\Omega\text{]}$ あるいは $1045\text{ [}\Omega\text{]}$ あるいは $1045.0\text{ [}\Omega\text{]}$ あるいは $1.045\times 10^3\text{ [}\Omega\text{]}$

- (5) (4)において、抵抗を使用して実際に回路を構成しようとしたとき、手元には $2\text{ [k}\Omega\text{]}$ の抵抗が 5 本ある。これをどのように使用して回路を構成すると適切であるか説明せよ。

(4)で $1.0\text{ [k}\Omega\text{]}$ が必要となるが、手元にある抵抗で適切な構成とするためには、 $2\text{ [k}\Omega\text{]}$ の抵抗を 2本、並列に接続すれば良い。

回答 抵抗を 2本、並列に接続する。

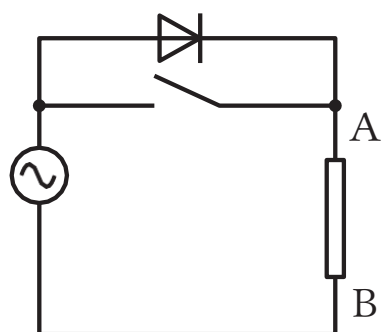


図 1

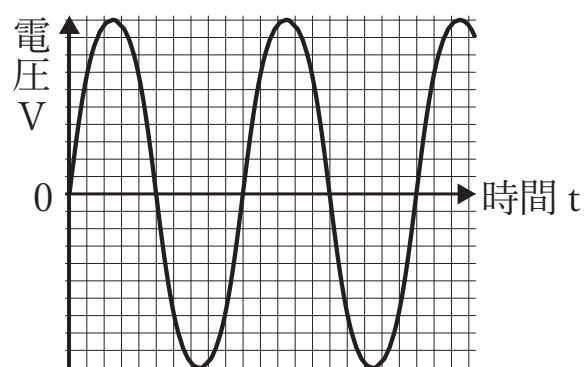


図 2

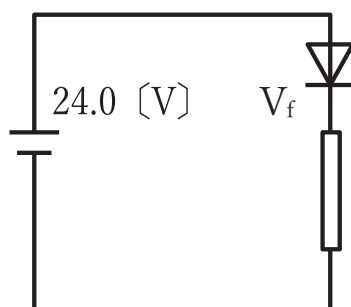


図 3

4

ヤングの実験について述べた次の文章中の空欄（ア）～（カ）を埋め、以下の問いに説明をつけて答えよ。

図1のように、単スリット S_0 から出た波長 λ の単色光を、間隔が d の二つのスリット S_1 , S_2 （複スリット）に当てて、距離 L だけ離れたスクリーン上に到達した光を観察した。スクリーン上には明暗の縞模様が生じ、スクリーン上の点 M には明線が見られ、点 M に最も近い明線の一つが点 M から距離 x の点 P に見られた。このときの x が満たす条件を考える。ただし、 S_1 と S_2 は S_0 から等距離にあり、点 M は S_1 , S_2 から等距離の点である。 x と d は L に比べて十分に小さいものとする。

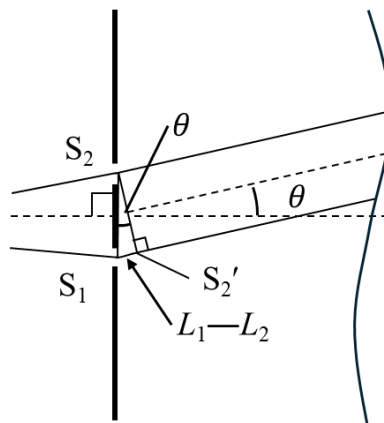
図1の S_1 から P , S_2 から P までの距離をそれぞれ L_1 , L_2 とおき、 $L_1 > L_2$ とする。 d は L に比べて十分に小さいので、図2のように S_1P と S_2P はほぼ平行と考えてよい。この方向と S_0M のなす角を θ とすると、 $L_1 - L_2$ は d と θ を用いて（ア）と表される。 θ が十分に小さい時は $\sin \theta \simeq \tan \theta$ と近似できるので、 $\sin \theta$ は x と L を用いて（イ）と表され、 $L_1 - L_2$ は d , x , L を用いて（ウ）と表すことができる。また、点 M に最も近い明線が点 P に見られるとき $L_1 - L_2$ が満たすべき条件は、 λ を用いて $L_1 - L_2 =$ （エ）と表される。よって、 x が満たす条件は d , L , λ を用いて $x =$ （オ）と表される。

間隔 d が 0.5mm , L が 1.5m である装置において、スリットに単色光を入射させたところ、 x が 1.8mm であった。単色光の波長は（カ） $[\text{nm}]$ （有効数字2桁）である。

（ア） S_1P と S_2P はほぼ平行と考えてよいので、下図のように S_2 から S_1P に垂線を下ろし、垂線の足を S_2' とすると距離 $S_2'P$ と距離 S_2P は同じとみなせる。

よって $L_1 - L_2 = d \sin \theta$

答え $d \sin \theta$



(イ) 与えられた近似式より

$$\sin\theta \cong \tan\theta = \frac{x}{L}$$

答え $\frac{x}{L}$

(ウ) (ア) (イ) より,

$$L_1 - L_2 = d \frac{x}{L}$$

答え $d \frac{x}{L}$

(エ) 点 M の明線は $L_1 - L_2 = 0$ の明線であり, 点 M に最も近い明線が点 P に見られたことから $L_1 - L_2 = \lambda$

答え λ

(オ) (ウ) (エ) より,

$$d \frac{x}{L} = \lambda \quad \text{よって} \quad x = \frac{L\lambda}{d}$$

答え $\frac{L\lambda}{d}$

(カ) 与えられた数値より,

$$d = 0.5 \text{ mm} = 0.50 \times 10^{-3} \text{ [m]}$$

$$x = 1.8 \text{ mm} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ [m]}$$

であるから, (オ) より,

$$\lambda = d \frac{x}{L} = 0.5 \times 10^{-3} \times \frac{1.8 \times 10^{-3}}{1.5}$$

$$= 6.0 \times 10^{-7} \text{ [m]}$$

答え 600 [nm]

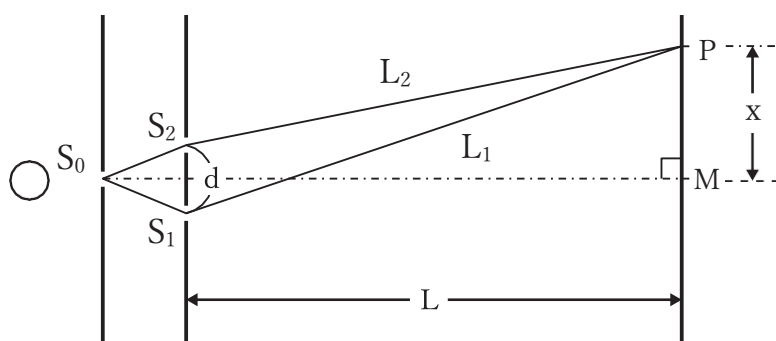


図 1

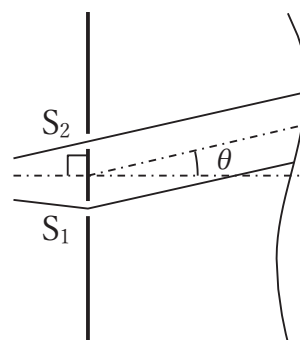


図 2

(余 白)

