物理基礎・物理

問題１

(1)

糸の張力の大きさ T の水平成分は、$T\sin\theta$、鉛直成分は、$T\cos\theta$であるから、

水平成分のつりあいの式：

$N = T\sin\theta$

鉛直成分のつりあいの式：

$f + T\cos\theta = mg$

(2)

張力によるモーメントは、$T\cos\theta \times \frac{l}{4}$

棒の質量によるモーメントは、$mg \times \frac{l}{2}$

これらがつりあっている

答え：$T\cos\theta \times \frac{l}{4} = mg \times \frac{l}{2}$

(3)

（2）のモーメントのつりあいの式：$T\cos\theta \times l/4 = mg \times l/2$ から、

$T = \frac{2mg}{\cos\theta}$

（1）の水平のつりあい式に代入して、

$N = \frac{2mg}{\cos\theta}\sin\theta = 2mg\tan\theta$

答え：張力：$\frac{2mg}{\cos\theta}$〔N〕、垂直抗力：$2mg\tan\theta$〔N〕

(4)

（1）の鉛直成分のつりあい式から、

$f = mg - T\cos\theta$

$T = \frac{2mg}{\cos\theta}$ を代入して、

$f = -mg$

答え：摩擦力の大きさ：mg〔N〕、向き：鉛直下向き

(5)

最大摩擦力 f_0 ≧静止摩擦力 f がつりあう条件である

（4）より、静止摩擦力 $f = mg$

最大摩擦力 $f_0 = \mu N = \mu\, 2mg \tan\theta$

$\mu\, 2mg \tan\theta \geqq mg$

答え：$\mu \geqq \dfrac{1}{2\tan\theta}$

(6)

棒に、慣性力 ma が右向きに働くことになる

これを考慮して、水平成分、鉛直成分のつりあいの式、および、

モーメントのつりあいの式を立てる

水平：$N + ma = T\sin\theta$・・・①

鉛直：$f + T\cos\theta = mg$ ・・・②

モーメント：$T\cos\theta \times l/4 = mg \times l/2$・・・③

これらを解くと、

$T = \dfrac{2mg}{\cos\theta}$

$N = 2mg\tan\theta - ma = (2g\tan\theta - a)m$

$f = -mg$

が得られる

最大摩擦力 f_0 ≧静止摩擦力 f がつりあう条件である

静止摩擦力：$f = mg$

最大摩擦力：$f_0 = \mu N = \mu(2g\tan\theta - a)m$

$\mu(2g\tan\theta - a)m \geqq mg$

題意より、垂直抗力：$N = (2g\tan\theta - a)m > 0$ であるから

答え：$\mu \geqq \dfrac{g}{2g\tan\theta - a}$

問題２

(1)

ア	$Q = nC_V(T_1 - T_0)$
イ	$Q = \Delta U$

(2)

ア	$Q' = nC_P(T_1 - T_0)$
イ	$Q' = \Delta U' + P_0(V_1 - V_0)$

(3)

$P_0V_1 = nRT_1$

(4)

実験１と２より、

$\Delta U = nC_V(T_1 - T_0)$

$\Delta U' + P_0(V_1 - V_0) = nC_P(T_1 - T_0)$

状態②と状態③は同じ温度のため、

$\Delta U = \Delta U'$

$nC_V(T_1 - T_0) = nC_P(T_1 - T_0) - P_0(V_1 - V_0)$

$$C_V = C_P - \frac{P_0(V_1 - V_0)}{n(T_1 - T_0)} \cdots\cdots\cdots \text{(a)}$$

③と①について理想気体の状態方程式より、

$P_0V_1 = nRT_1$

$P_0V_0 = nRT_0$

ゆえに、

$P_0(V_1 - V_0) = nR(T_1 - T_0)$

$$R = \frac{P_0(V_1 - V_0)}{n(T_1 - T_0)}$$

式(a)より、

$C_P = C_V + R$

問題３

(1)

振幅を a〔m〕、波長を λ〔m〕、周期を T〔s〕、周波数を f〔Hz〕、速度を v〔m/s〕とする。

振幅は図より $a=2$ m

波長は図 B と図 A の差より、$\lambda=24-16=8$ m

図 C は図 A の 2.5 周期後を表している。

よって、$2.5T=1.25$　　したがって、周期 $T=0.5$ s

振動数は $f=\dfrac{1}{T}=\dfrac{1}{0.5}=2$ Hz

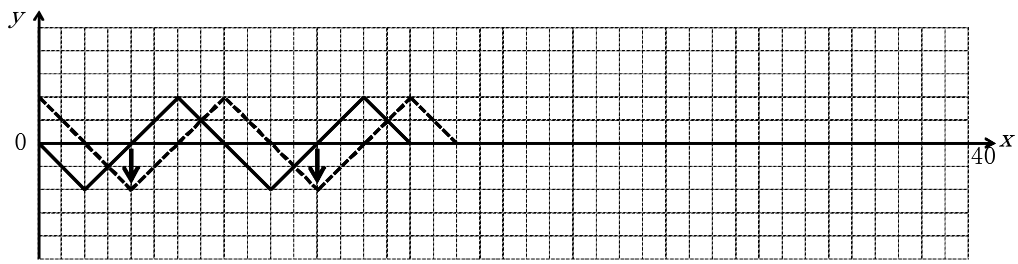
波の速度は $v=\dfrac{\lambda}{T}=\dfrac{8}{0.5}=16$ m/s

(2)

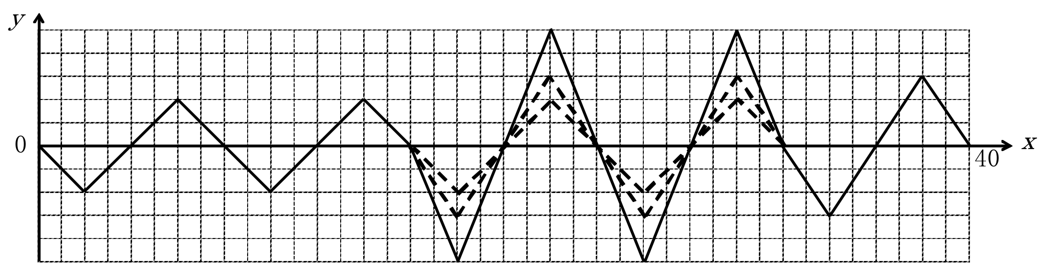
図 D より、時刻 $t=0.00$ s の変位は 0 m である。また $0\leqq x_p<16$ なので、x_p は 0、4、8、12 m のいずれかである。

時刻 $t=0.00$ s からの変位は 0 から負値に変化している。$t=0.00$ s から少し時間が経過したときの波の様子は図中の点線のようになる。

したがって、ある位置 p の x 座標は $x_p=4$ m と $x_p=12$ m



(3)



(1)の結果より、連続波 1 と連続波 2 は波長が同じで速度も同じであるから周期 T_2〔s〕も同じで $T_2=0.5$ s である。したがって、$t=1.00$ s の時は 2 周期進んでいることになる。これを点線で図示すると図のようになり、波の重ね合わせの原理から波の様子は実線のようになる。

問題４

(1)

ア	電磁誘導	イ	誘導起電力
ウ	B	エ	A
オ	交流	カ	変圧器（トランス）

(2)

法則の名称	レンツの法則（ファラデーの電磁誘導の法則）
誘導起電力は、それによって流れる誘導電流がつくる磁束が、外から加えられた磁束の変化を妨げるような向きに生じる。	

(3)

ファラデーの電磁誘導の法則から、
①コイルの巻き数を増やす。
②棒磁石をより早く動かす。
③より大きな磁気量の棒磁石を使用する。

(4)

一定の電力 P〔W〕を送電する場合、送電線にかかる電圧を V〔V〕、流れる電流を I〔A〕とすると、$P = VI$となる。送電線の抵抗を r〔Ω〕とすると、電圧 Vを大きくすることによって電流 Iを小さくすれば、電力損失 $p = rI^2$〔W〕を小さく抑えることができる。