

2014年度 高知大学 (物理学)

概要

(試験概要)

解答方式	大問数	難易度	点数	時間
記述式	3問	標準		2科目120分

(設問別分析)

問題番号	領域	難易度	内容
1	力学	やや易	運動方程式
2	波動	易しい	ドップラー効果
3	電磁気学	易しい	コンデンサ回路

(傾向・対策) 本年度は、やや易化したように思われる。また、例年、基本的な内容を問う問題が多い。それゆえ、対策としては、まずしっかりと教科書や図表の内容を理解した上で、標準的な演習問題に取り組めばよく、難しい問題に無理に取り組む必要はない。

問題 1

問 1 時速 $72[\text{km/h}] = 20[\text{m/s}]$ なので、系の加速度 α は、

$$\alpha = 1.00 [\text{m/s}^2]$$

問 2 各々の箱に働く垂直抗力の大きさ N_1 , N_2 , N_3 は、

$$N_1 = Mg = 196 [\text{N}]$$

$$N_2 = N_3 = mg = 147 [\text{N}]$$

よって、それぞれに働く摩擦力の大きさは、

$$f_1 = 9.80 [\text{N}]$$

$$f_2 = f_3 = 7.35 [\text{N}]$$

問 3 3つの箱を合わせて一つの系とみなすと、系の運動方程式は、

$$(M + 2m)\alpha = T_0 - 17.15$$

$$\therefore T_0 = 74.5 [\text{N}]$$

問 4 2つ目の箱および3つ目の箱に関して、それぞれ運動方程式を立てると、

$$m\alpha = T_1 - T_2 - f_2$$

$$m\alpha = T_2 - f_3$$

よって、

$$T_1 = 44.7 [\text{N}]$$

$$T_2 = 22.4 [\text{N}]$$

問 5 この時、箱に系に働く張力の大きさ T_0 は、 $T_0 = 24.5[\text{N}]$ であり、また、系の速度は $20[\text{m/s}]$ なので、張力の系に対する仕事率は、

$$P = 490 [\text{W}]$$

問題2

問1

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

問2 ドップラー効果の影響を考慮すると,

$$f_1 = \frac{V}{V - v}$$

問3 $f' > f$ より, 1秒あたりのうなりの回数 n は,

$$n = f' - f$$

問4 問2の結果を踏まえると, このときマイクがひろうなりの回数 n_2 は,

$$n_2 = f_1 - f' = \frac{V}{V - v}f - f'$$

問5 マイクがうなりをひろわなくなる時の音源の速さを v' とおくと,

$$\begin{aligned} \frac{V}{V - v'}f - f' &= 0 \\ \therefore v' &= \frac{f' - f}{f'}V \end{aligned}$$

問題3

問1 このときのコンデンサの合成容量 C_{AB} は,

$$C_{AB} = \frac{C}{2}$$

よって, コンデンサ1, コンデンサ2に蓄えられる電荷量は,

$$Q_1 = Q_2 = \frac{1}{2}CV$$

また, 極板間電圧は,

$$V_1 = V_2 = \frac{1}{2}V$$

問2 スイッチを切り替える直前にコンデンサ2に蓄えられていた静電エネルギー U_2 は,

$$U_2 = \frac{1}{2}Q_2V_2 = \frac{1}{8}CV^2$$

スイッチを切り替えた後, 抵抗で消費されるエネルギーはこの U_2 に等しい。

問3 スイッチを切り替える前後において, 電気量が保存されることを考慮すると,

$$Q'_1 - Q'_2 = Q_1$$

また, このとき, 各々のコンデンサに蓄えられている電気量は,

$$Q'_1 = \frac{CV + Q_1}{2C}$$

$$Q'_2 = \frac{CV - Q_1}{2C}$$

よって, 極板間電圧は,

$$V'_1 = \frac{CV + Q_1}{2C}$$

$$V'_2 = \frac{CV - Q_1}{2C}$$

問4 問2で求めたエネルギーと比較して小さくなる。