

# 鳥取大学

## 物理

### 問題

#### 2018年度入試

【学部】 医学部、工学部、農学部

【入試名】 前期日程

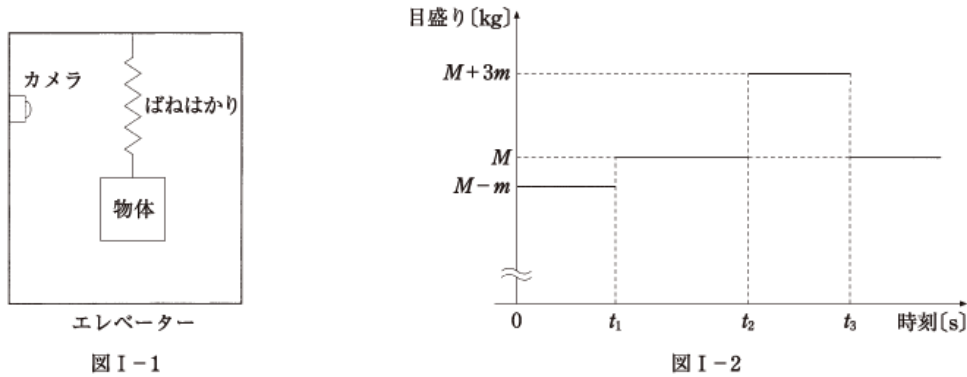
【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株) 旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株) 旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】 8/1 【2018年】 4/24、9/20 【2019年】 6/20

**1** エレベーターの天井からばねはかりがつるされており、ばねはかりに質量  $M$  [kg] の物体がつるされている。エレベーターが動きだした瞬間の時刻  $0$  [s] から、ばねはかりが示す目盛り [kg] を、図 I-1 のように固定されたカメラで録画した。やがてエレベーターは時刻  $t_3$  [s] で停止した。エレベーターの中で生じる物体の振動は素早く止まったとする。カメラで録画した映像から目盛り [kg] の値をエレベーターの外で読み取った。その結果を図 I-2 に示す。物体に上下以外の動きはなかった。エレベーターが上下のどちらかに動いていたかを図 I-2 の値のみから知ることができた。重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。なお、エレベーターの加速度の大きさは重力加速度より十分に小さいとする。



- (1) 時刻  $0$  [s] から時刻  $t_1$  [s] の間で、物体がばねはかりから受ける力 [N] の向きとその大きさを求めよ。
- (2) 時刻  $0$  [s] から時刻  $t_1$  [s] の間でのエレベーターの加速度 [m/s<sup>2</sup>] の向きとその大きさを求めよ。
- (3) 時刻  $t_1$  [s] から時刻  $t_2$  [s] の間で、エレベーターの中から見た物体の慣性力 [N] の大きさを求めよ。
- (4) 時刻  $t_2$  [s] から時刻  $t_3$  [s] の間でのエレベーターの加速度 [m/s<sup>2</sup>] の向きとその大きさを求めよ。
- (5) エレベーターが動きだしてから停止するまでのエレベーターの速度 [m/s] と時刻 [s] の関係を表すグラフとして適切なものを図 I-3 の中から一つ選び、(a)から(f)の記号で答えよ。なお、エレベーターの速度は上向きを正とする。

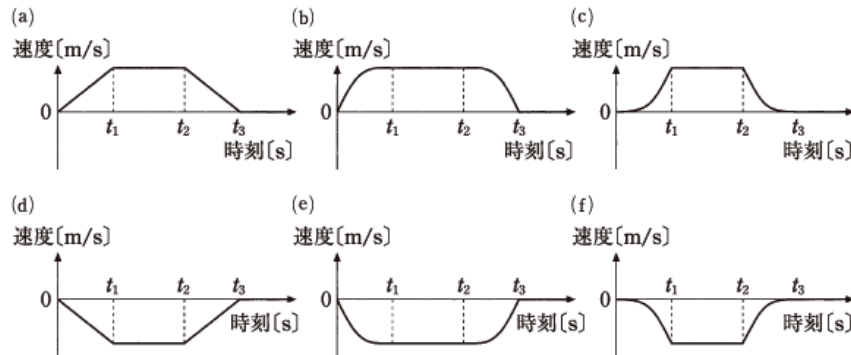


図 I-3

- (6) 時刻  $t_2$  [s] でのエレベーターの速度 [m/s] の向きとその大きさを求めよ。
- (7) エレベーターが停止した時刻  $t_3$  [s] を、時刻  $t_1$  [s],  $t_2$  [s] で表せ。

**2** 火薬を爆発させて大砲を撃つことを考える。18 世紀後半に熱とエネルギーの関係を物理学者ランフォードが考えるきっかけとなった発見に由来する設問である。大砲の砲身の比熱が  $c$  [J/(g·K)], 質量が  $M$  [kg] であるとする。火薬の爆発によって発生したエネルギーは、全て砲身の温度上昇または弾丸の運動エネルギーに使われるものとする。以下の問いに答えよ。

- (1) 火薬の爆発のエネルギーが熱量  $Q$  [J] であるとする。  
図 II(a)のように弾丸を込めずに出口をふさいで火薬を爆発させると、砲身の温度はどれだけ上昇するか、砲身の温度上昇を  $\Delta T_1$  [K] として答えよ。出口のフタは火薬の爆発では動かないとする。
- (2) 大砲から質量  $m$  [kg] の弾丸が速度  $v$  [m/s] で飛ぶとして、その運動エネルギーを答えよ。
- (3) 図 II(b)のように、(1)と同じ熱量  $Q$  で砲身内で火薬を爆発させたとして、その爆発のエネルギーで質量  $m$  の弾丸が速度  $v$  で飛び出したとすると、その時の砲身の温度上昇  $\Delta T_2$  [K] はどれだけか答えよ。
- (4) 空砲と弾丸を撃った場合とで、砲身の温度上昇が大きいのはどちらかを答えよ。

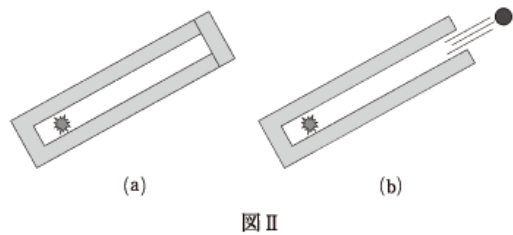
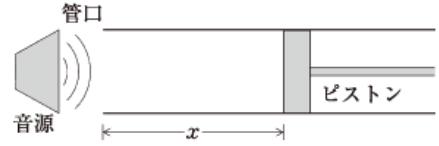


図 II

**3** ピストンが入ったガラス管と振動数を連続的に変えられる音源が、空气中に置かれている。音源からは単一の振動数の音が出るものとする。管口からピストンまでの距離を  $x$  [m]、音源の振動数を  $f$  [Hz] とする。図Ⅲ-1のように音源をガラス管の管口に近づけ、ピストンをガラス管の管口 ( $x=0$  m) から遠ざける方向にゆっくり移動させた。 $x=L_1$  [m] となったとき、初めて共鳴した。さらに移動させると、 $x=L_2$  [m] のとき、再び共鳴した。開口端補正は  $\Delta x$  [m] で一定として、次の問いに答えよ。



図Ⅲ-1

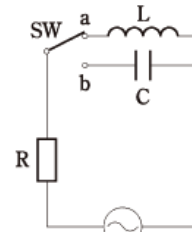
- (1) ガラス管内での音波の波長 [m] を、 $L_1, L_2$  を用いて表せ。
- (2) 開口端補正  $\Delta x$  [m] を、 $L_1, L_2$  を用いて表せ。
- (3) ガラス管内での音速 [m/s] を、 $f, L_1, L_2$  を用いて表せ。
- (4) ピストンを  $x=L_2$  の位置に固定し、音源の振動数を  $f$  から連続的に上げていくと、さらに高次の共鳴が起きた。この時の振動数  $f'$  [Hz] を、 $f$  を用いて表せ。
- (5) 管楽器のピッチ (出す音の振動数) は、気温の変化に敏感である。(4)の時点で気温が  $20^\circ\text{C}$  であったとする。この後、ピストンの位置が  $x=L_2$  のままで、気温が  $20^\circ\text{C}$  から  $10^\circ\text{C}$  に下がった。このとき、音源の振動数を  $f'$  からわずかにずらすことで(4)と同じ共鳴状態が得られる。このときの音源の振動数について、以下の空欄に最も適する数値や語句を選び、記号で答えよ。ただし、音速  $V$  [m/s] と気温  $t$  [ $^\circ\text{C}$ ] のあいだには、 $V=331.5+0.6t$  の関係が成り立つものとする。

「振動数を  $f'$  より約 (あ) だけ (い) すればよい」

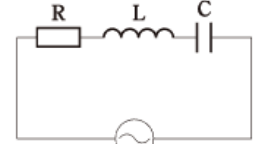
(あ) の語群：(a) 0.1%, (b) 0.2%, (c) 1%, (d) 2%, (e) 10%, (f) 20%

(い) の語群：(a) 大きく、(b) 小さく

**4** 抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗  $R$ 、電気容量  $C$  [F] のコンデンサ  $C$ 、自己インダクタンス  $L$  [H] のコイル  $L$  とスイッチ  $SW$  を図Ⅳ-1のように角周波数  $\omega_1$  [rad/s] の交流電源に接続した。また  $SW$  を  $a$  につないだ場合と  $SW$  を  $b$  につないだ場合とで、時刻  $t$  [s] において回路を流れる電流  $I$  がともに同じ振幅  $I_1$  の電流  $I_1 \sin \omega_1 t$  [A] となるように  $\omega_1$  を選んだ。このとき交流電源の電圧  $V$  は  $V_1 \sin(\omega_1 t + \phi)$  [V] と表されるものとする。 $\phi$  [rad] は交流電源の電圧と回路を流れる電流の位相差である。この回路について以下の問いに答えよ。必要であれば三角関数の公式



交流電源  
図Ⅳ-1



交流電源  
図Ⅳ-2

$$A \sin \theta + B \cos \theta = \sqrt{A^2 + B^2} \sin(\theta + \delta)$$

を用いても良い。ただし、 $\tan \delta = \frac{B}{A}$  とする。

- (1)  $SW$  を  $a$  につないだ時、時刻  $t$  [s] において抵抗  $R$  にかかる電圧  $V_R$  [V] およびコイル  $L$  にかかる電圧  $V_L$  [V] を、 $I_1, \omega_1, R, L, t$  のうち必要なものを用いて答えよ。
- (2)  $SW$  を  $a$  につないだ時、交流電源の電圧  $V$  の振幅  $V_1$  [V] および  $\tan \phi$  を、 $I_1, \omega_1, R, L, t$  のうち必要なものを用いて答えよ。
- (3)  $SW$  を  $a$  につないだ時、 $\phi = \frac{\pi}{4}$  [rad] であった。自己インダクタンス  $L$  [H] を、 $I_1, \omega_1, R$  のうち必要なものを用いて答えよ。
- (4)  $SW$  を  $b$  につないだ時、 $\phi = -\frac{\pi}{4}$  [rad] であった。電気容量  $C$  [F] を、 $I_1, \omega_1, R$  のうち必要なものを用いて答えよ。
- (5) 次に  $SW$  を取り去り、図Ⅳ-2に示すように抵抗  $R$ 、コンデンサ  $C$ 、コイル  $L$  を直列に接続し、新たな角周波数  $\omega_2$  [rad/s] の交流電源に接続したところ、回路を流れる電流  $I$  は  $I_2 \sin \omega_2 t$  [A] であった。このとき交流電源の電圧  $V$  の振幅  $V_2$  [V] を、 $I_2, \omega_1, \omega_2, R$  のうち必要なものを用いて答えよ。