

令和5年度 鹿児島大学理学部理学科 物理・宇宙プログラム
AO入試 試験問題

【注意事項】

1. 試験開始に先立って、以下のものが配布されていることを確認してください。
 - (1) 本冊子 (1部)
 - (2) レポート用紙 (5枚)
 - (3) グラフ用紙 (2枚)
 - (4) 下書き用紙 (1枚)
 - (5) 電卓 (1台)
 - (6) ものさし (1本)
2. 試験開始後に、(1)の本冊子を開き、このページを含み、合計10枚であることを確認してください。

この冊子には、このページ以外に、以下の(7)、(8)、(9)、(10)が含まれています。

 - (7) 提出用レポートの表紙、背景と目的、方法が記載された用紙 (2枚)
 - (8) 課題シート (1枚)
 - (9) 表 (1枚)
 - (10) 図1から図4を含むページ (5枚)
3. 解答中に、レポート用紙、グラフ用紙、下書き用紙が不足した、あるいは電卓に不具合がある等の場合には、無言で挙手してください。
4. 本試験は、次ページ以降に示された作成中のレポートに続き、データの解析、考察などを追加し、レポートを完成させるものです。レポートは、全5章から構成され、1章「背景と目的」、2章「方法」が示されています。課題シートの指示に従い、レポートの3章「結果」、4章「考察」、5章「結論」を作成してください。
5. 試験終了時に、(7)の「表紙」、「1. 背景と目的」、「2. 方法」が記載された用紙、「作成したレポート (3. 結果、4. 考察、5. 結論)」、(9)の「表」、「作成したグラフ1、グラフ2」の順に重ねて提出してください。

(表紙)

令和5年度 鹿児島大学理学部理学科

物理・宇宙プログラム

AO 入試提出レポート

受験番号 _____

氏名 _____

1. 背景と目的

私たちが普段耳にしている「音」は、物体の振動が空気をふるわせ、それによって励起された空気の波が空間を伝播する現象である。様々な楽器から生み出される音色や音階は、古来より人類を魅了してきた。弦の長さや弦をはる力(張力)を変えると、弦からでる音色や音の高さ(音階)も変わることが知られている。本レポートでは、バイオリンとおんさをを用いて行った以下のような実験について報告する。この実験を通して、音が物理的にどのように記述されるのかを理解する。

2. 方法

(1) 用意したもの

バイオリン 1台

おんさ 1本

オシロスコープ機能を持ったタブレット端末 1台

(2) 実験の手順

1) バイオリンに張られた4本の弦のうちの1本の弦Aについて、弦の振動する領域の長さ L を計測すると、 $L = 32.7 \text{ cm}$ であった(L は図1の矢印の長さであり、上駒と駒の間の距離である。)。ただし弦の振動領域の両端である、上駒と駒はそれぞれ固定端とみなす。

実験1

2) どこも押さえずに弦Aから音を出し、その音の波形を計測した。横軸を時間、縦軸を音の振幅として図2(a)の波形を得た。

ただし、横軸は左端を時間の原点とし、そこからの経過時間を示している(波形のグラフの横軸、縦軸については以下同様である。)。また本レポートでは、得られた弦の振動は固有振動の重ね合わせとみなせることとする。

固有振動：弦の両端を節とする定在波。

3) (どこも押さえていない)弦Aの基本振動数のみを持つ音をおんさから出して2)と同様に計測すると、図2(b)の波形を得た。

基本振動数：固有振動のうち最も振動数の小さい振動(基本振動)の振動数。

実験2

4) 弦Aのある場所を指で押さえ、弦の振動領域の長さを変えることで、ドの音を出し計測すると図3(a)、別の場所を指で押さえその1オクターブ上のド(以下「上のド」と呼ぶ)の音を出し計測すると図3(b)の波形を得た。

ここで「1オクターブ」とは、「ドレミファソラシド」の最初のドと最後のドのように、任意の音から数えて8番目の音同士の関係を表す。

実験3

5) 弦Aの張力 F を変えて、どこも押さえずに鳴らした音を計測すると、図4(a)から図4(f)の波形を得た。張力 F の値は図中に示されている。

以下課題シートに従って3. 結果、4. 考察、5. 結論を作成し、レポートを完成させなさい。

課題シート

3. 結果

実験 1

- (1-1) 図 2(a)から弦 A をどこも押さえずに出した音の基本振動数を、ものさしを用いて有効数字 3 桁まで求め、その結果をレポートに記述せよ。
- (1-2) 弦 A を伝わる基本振動の波の速さを有効数字 3 桁で求め、その導出方法も含めてレポートに記述せよ。

実験 2

- (2-1) 図 3(a)と(b)から、「ド」と「上のド」の基本振動数を、ものさしを用いて有効数字 3 桁で求め、その結果をレポートに記述せよ。

実験 3

- (3-1) 図 4(a)~(f)から、張力 F 、基本振動の周期 T_1 、基本振動数 f_1 、基本振動数の 2 乗 f_1^2 の値を有効数字 3 桁で求め、表 1 を完成させよ。
- (3-2) 張力 F を横軸に、基本振動数 f_1 を縦軸にとったグラフを作成せよ。
- (3-3) 張力 F を横軸に、基本振動数の 2 乗 f_1^2 を縦軸にとったグラフを作成せよ。

4. 考察

- (1) 実験 1 (図 2) で示したバイオリンとおんさから出た音の波形を見比べると、基本振動数は同じでもその波形に相違点がある。なぜ違いが生まれるのかを考察せよ。
- (2) 実験 1 における弦 A の基本振動の波の速さと、空気中を伝わる波の速さである音速(ここでは摂氏 15 度として音速は 340 m/s とする)とを比較し、空気中を伝わる波の波長と(どこも押さえなかった場合の)弦 A の基本振動の波長の違いについて考察せよ。
- (3) 実験 2 (図 3) から、1 オクターブ高い音を出すためには、振動領域の長さを何倍にすればよいか考察せよ。
- (4) 実験 3 の結果から、基本振動数 f_1 と張力 F の関係を考察せよ。
- (5) 実験 3 の結果から、1 オクターブ高い音を出すためには、張力を何倍にすればよいか考察せよ。

5. 結論

- (1) この実験からわかったことをまとめよ。

表 1 [

]

張力 F [N]	周期 T_1 [秒]	基本振動数 f_1 [Hz]	f_1^2 [Hz ²]
11.6			
20.5			
26.0			
36.5			
58.5			
82.0			



図 1：測定に用いたバイオリンの写真。
矢印の長さは弦 A の振動領域の長さ L を表す。

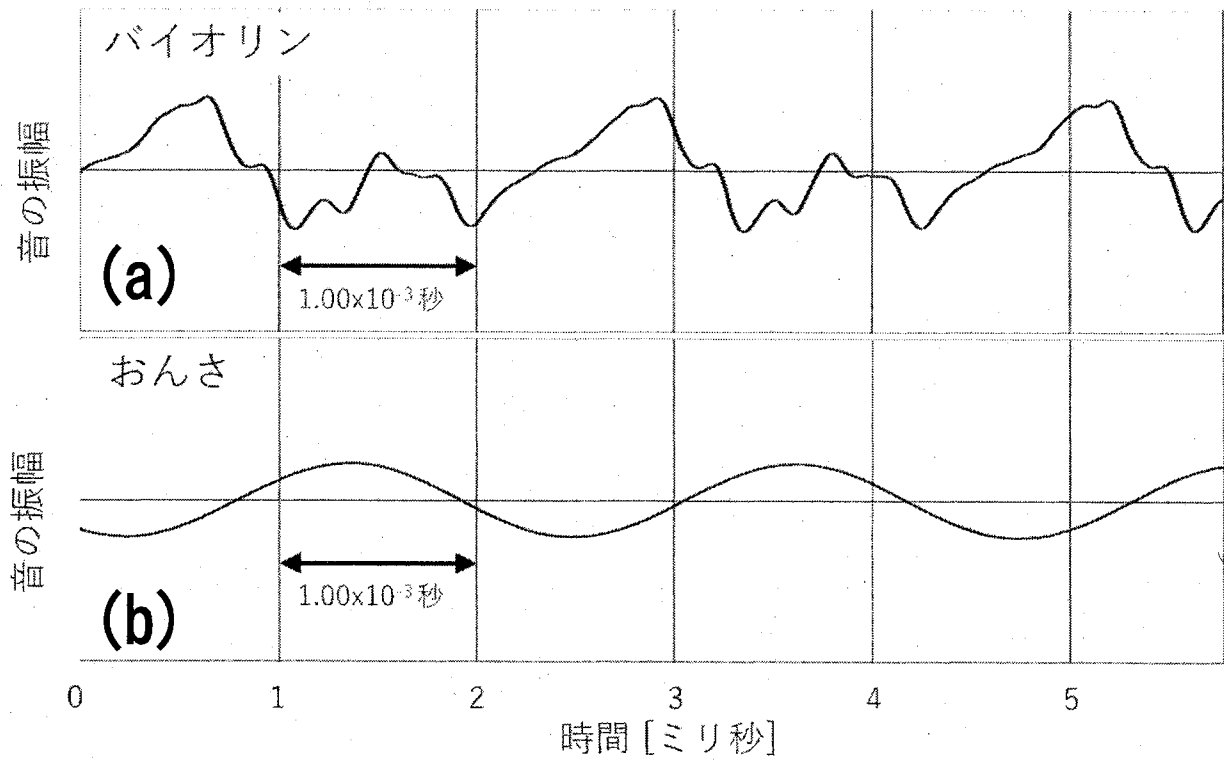


図 2: (a)バイオリンの弦 A から出た音の波形と(b)おんさから出た音の波形。
 図の 1 目盛り(図中の矢印の間隔)は 1.00×10^{-3} 秒とする。

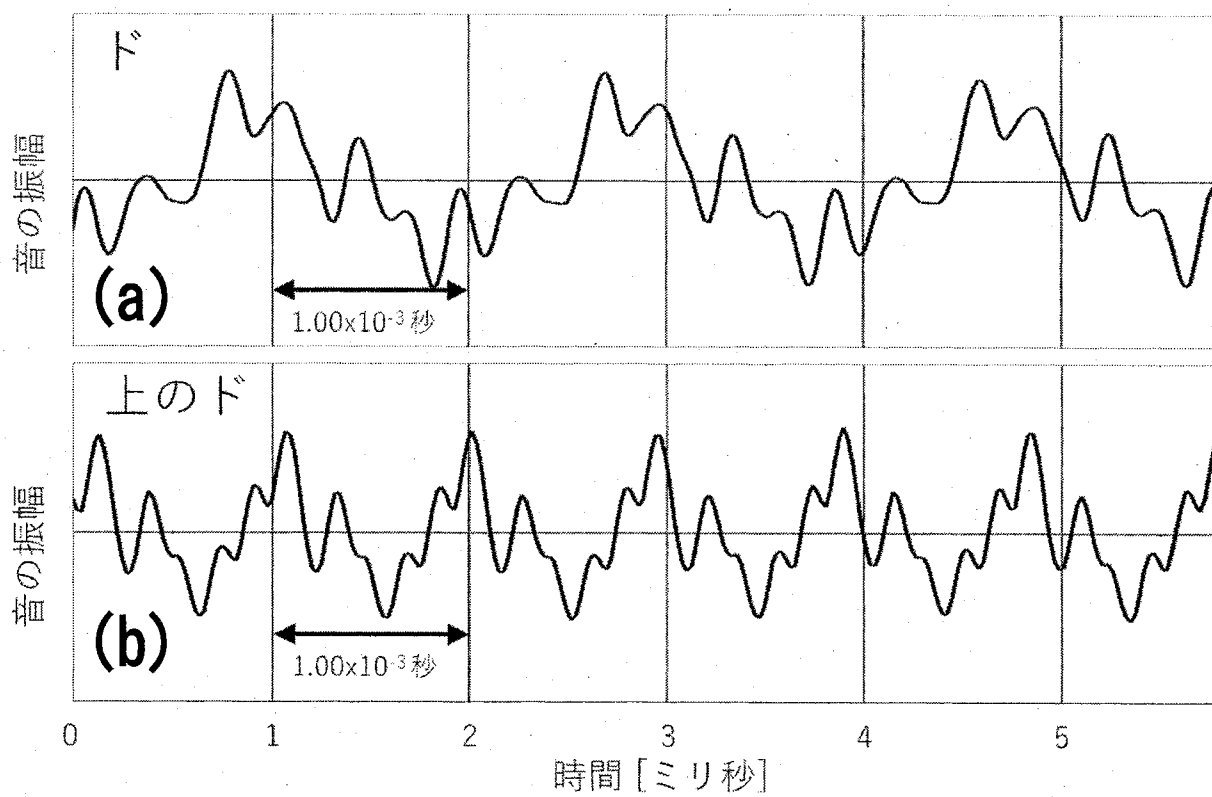


図3：(a)「ド」と、(b)「上のド」の波形。
 図の1目盛り(図中の矢印の間隔)は 1.00×10^{-3} 秒とする。

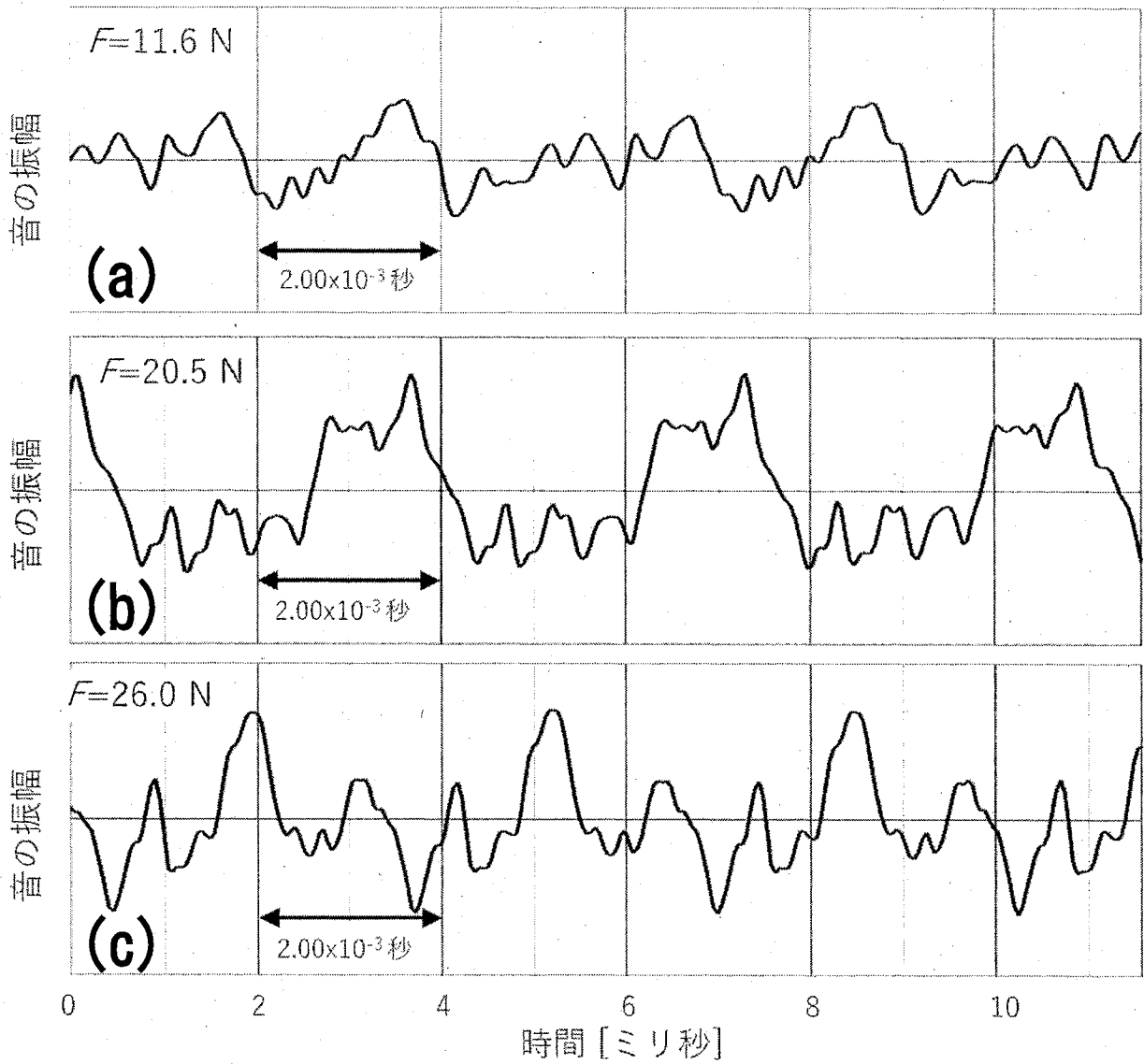


図4：張力 F を変えたときの弦 A から出た音の波形。
 図の1目盛り(図中の矢印の間隔)は 2.00×10^{-3} 秒とする。
 張力の値を図中(a)-(f)の左上に記載する。

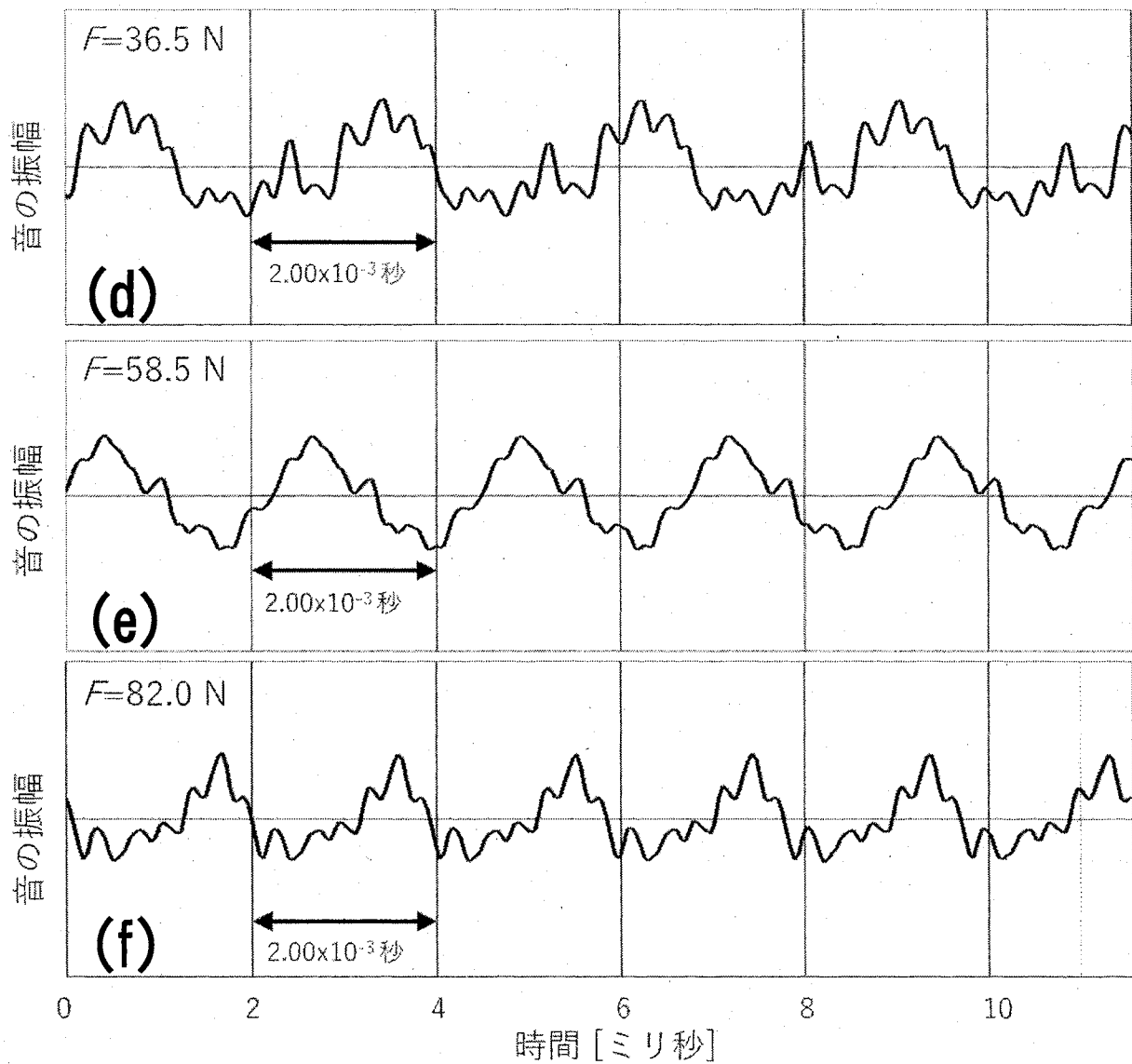


図4つづき：張力 F を変えたときの弦 A から出た音の波形。

図の1目盛り(図中の矢印の間隔)は 2.00×10^{-3} 秒とする。

張力の値を図中(a)-(f)の左上に記載する。