

奈良県立医科大学 推薦

平成 28 年 度

試 験 問 題 ①

学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科、試験科目、ページ、解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 12	1 枚	数学、英語は必須解答とする。
英 語	英 語	13 ~ 16	1 枚	
理 科	化 学	17 ~ 28	2 枚	理科は左の 3 科目のうちから 1 科目を選択せよ。
	生 物	29 ~ 42	3 枚	
	物 理	43 ~ 52	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(8枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 理科は選択科目記入欄に選択する 1 科目を○印で示せ。

上記①、②の記入がないもの、および理科 2 科目または理科 3 科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

物 理

【1】 以下の の中に適当な数，式または説明を記入せよ。

長さ l [m] の軽い細い棒の一端を支点として固定し，他端には，質量 m [kg] の小球を固定して振り子をつくる．重力加速度の大きさを g [m/s²] とし，空気抵抗は考えない．

I) 支点の鉛直下方から少し角をなす位置に振り子の小球をおき，静かに放す．振り子の小球は往復運動をするが，この往復運動は鉛直面内の単振動とみなすことができる．この単振動の周期は

$$\boxed{(1 \cdot 1)} \quad [\text{s}]$$

となる．

II) 支点の鉛直下方から角 θ [rad] をなす位置に振り子の小球をおき，静かに放す．ただし， $0 < \theta < \pi$ とする．振り子の棒が鉛直方向を向く瞬間に，棒から小球が離れた．

振り子の棒が鉛直方向を向くときの小球の速さは

$$\boxed{(1 \cdot 2)} \quad [\text{m/s}]$$

となる．小球が離れた位置から鉛直方向に h [m] だけ落下するのに必要な時間は

$$\boxed{(1 \cdot 3)} \quad [\text{s}]$$

となる．また，小球が離れた位置から鉛直方向に h だけ落下する間に，小球は水平方向に

$$\boxed{(1 \cdot 4)} \quad [\text{m}]$$

だけ移動する．

III) 図1のように、一様な密度の円錐の中心軸が水平方向を向くように、円錐の側面の一点Aを軽いひもに固定して吊るす。点Aを通り、底面に平行な平面でこの円錐を切断し、小円錐と円錐台に分けると、小円錐の質量は m_1 [kg]、円錐台の質量は m_2 [kg] である。

これら m_1, m_2 の大小を考えると、

$$(1 \cdot 5)$$

である((1・5)には、導出した大小の関係式およびその導出過程についての簡潔な説明を記入する)。

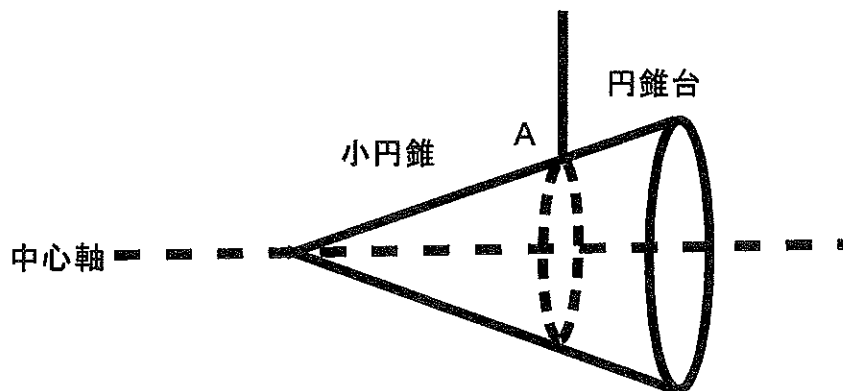


図1

【2】 以下の の中に適当な数または式を記入せよ。

図2のように、3つの変形しない小球A, B, Cが水平でなめらかな床の上に一直線になるように置かれている。小球Aの質量 m_A [kg], 小球Bの質量 m_B [kg], 小球Cの質量 m_C [kg]の間には, m_A を m [kg]として, $m_A = m_B = m, m_C = 2m$ の関係がある。これ以降, m_A, m_B, m_C は用いず, m を用いる。

小球Bと小球Cは自然長 l [m], ばね定数 k [N/m]の質量が無視できるばねで結ばれている。最初, 3つの小球はすべて静止し, 小球Bと小球Cを結ぶばねの長さは自然長 l であった。

I) 小球Aが直線上を動き始め, 速さ v [m/s]で静止している小球Bに弾性衝突し, 小球Bは動き始めた。小球Aと小球Bが衝突した直後では, 小球Cはまだ静止している。

小球Aと小球Bが衝突した直後では, 小球Aの速さは

$$\boxed{(2 \cdot 1)} \quad [\text{m/s}]$$

であり, 小球Bの速さは

$$\boxed{(2 \cdot 2)} \quad [\text{m/s}]$$

である。

II) 衝突後, 小球Bと小球Cはこれらからなる系の重心に対して単振動するが, この系にはたらく外力を考えると, この系の運動量は保存されている。

すなわち, 小球Bと小球Cからなる系の重心は一定の速さ

$$\boxed{(2 \cdot 3)} \quad [\text{m/s}]$$

で等速運動する。

また, この系の力学的エネルギーが保存されるとすると, 小球Bと小球Cが最も近づいたときのばねの自然長 l からの縮みは

$$\boxed{(2 \cdot 4)} \quad [\text{m}]$$

であり、小球 B の系の重心に対する単振動の振幅は

$(2 \cdot 5)$	[m]
---------------	-----

である。



図 2

【3】 以下の の中に適当な数または式を記入せよ。

図3のように、起電力 V [V] の電源(電池)、抵抗 R [Ω] の電気抵抗、電気容量 C_1 [F] のコンデンサー、電気容量 C_2 [F] のコンデンサー、自己インダクタンス L [H] のコイルおよびスイッチが接続されている。電源の内部抵抗や回路の導線の電気抵抗は無視して良い。

I) まず、スイッチを A につなげた場合を考える。電気容量 C_1 および C_2 の2つのコンデンサーは直列につながっており、これらのコンデンサーの合成容量(2つのコンデンサーを1つとみなしたときの電気容量)は

$$\boxed{(3 \cdot 1)} \quad [\text{F}]$$

である。

II) スwitchを A につなげた時刻を時間 t [s] の基準とし、 $t=0$ とする。この $t=0$ では、電気容量 C_1 および C_2 の2つのコンデンサーに電荷はなかった。したがって、 $t=0$ のときに抵抗を流れる電流の大きさは

$$\boxed{(3 \cdot 2)} \quad [\text{A}]$$

である。

スイッチを A につなげてから十分な時間が経過した後に抵抗を流れる電流の大きさは

$$\boxed{(3 \cdot 3)} \quad [\text{A}]$$

に近づく。このとき、電気容量 C_1 のコンデンサーにかかる電圧は

$$\boxed{(3 \cdot 4)} \quad [\text{V}]$$

である。

III) スwitchを A につなげてから十分な時間が経過した後に、スイッチを A から B につなげたところ、コイルと電気容量 C_1 のコンデンサーに振動電流が流れた。この振動電流の最大値は

$$(3 \cdot 5) \quad [A]$$

である。また、スイッチを B につなげてから最初に電流の大きさが最大になるまでの時間は

$$(3 \cdot 6) \quad [s]$$

である。

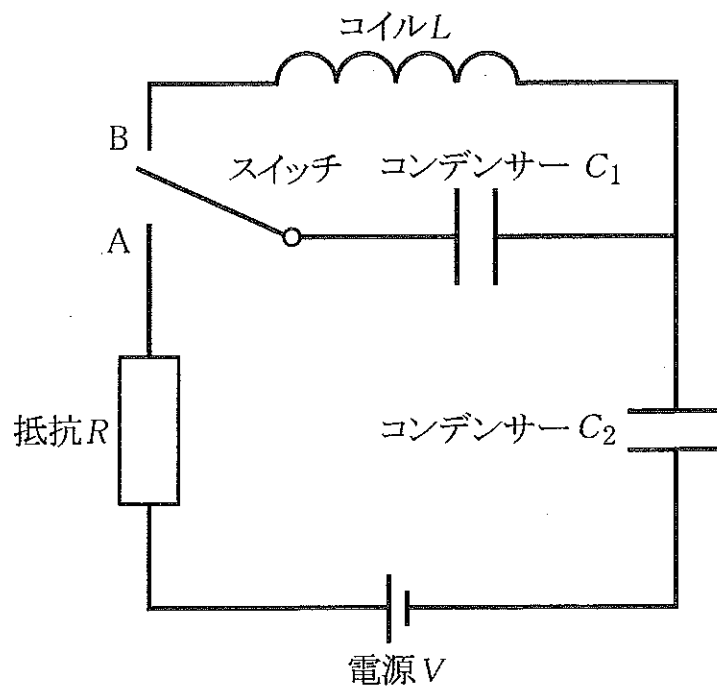


図 3

【4】 以下の の中に適当な数または式を記入せよ。

図4のように、断面積 S [m²] の円筒形の容器に、なめらかに動く厚さと質量の無視できるしきり D_1 , D_2 が取り付けられている。しきり D_2 には、ばねにつながれた質量 m [kg] のおもりが取り付けられ、ばねの他端は上部に固定されている。ばね定数を k [N/m] とし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

容器としきり D_1 , D_2 に囲まれた部分 A, B には、同じ種類の理想気体が、それぞれ、 n_A [mol], n_B [mol] だけ閉じ込められている。しきりと容器は断熱材でできており、熱は通さないとする。また、しきりと容器の間は密着していて気体の漏れはないとし、気体の質量は無視できるとする。

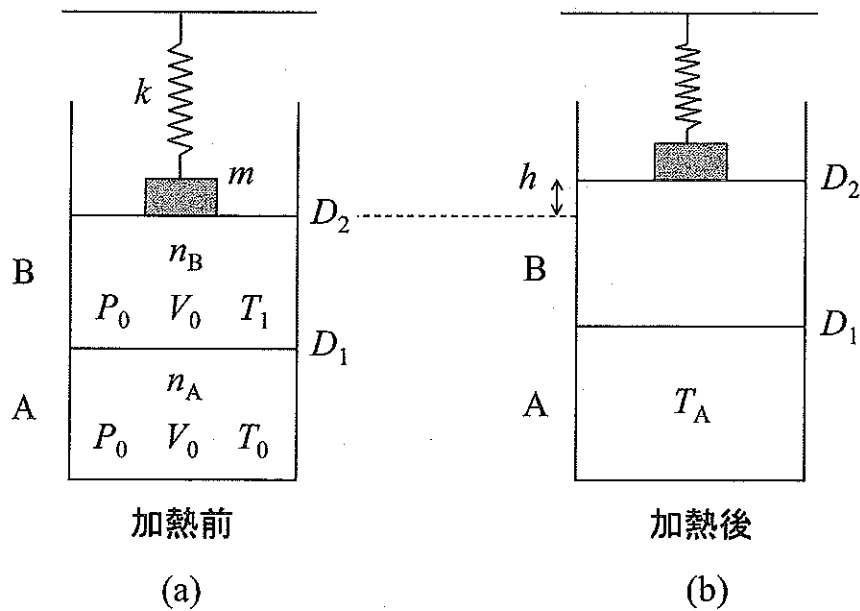


図4

I) 最初、領域 A, B の気体の圧力、体積はともに P_0 [Pa], V_0 [m³] であり、気体の温度は、領域 A が T_0 [K], 領域 B が T_1 [K] であった(図4(a)を参照)。また、ばねは自然長に保たれており、伸縮はないとする。容器の外部の圧力は大気圧 P_{air} [Pa] に保たれているとすると、圧力 P_0 は

$$P_0 = \boxed{\quad (4 \cdot 1) \quad}$$

である。これ以降、 P_{air} は用いず、 P_0 を用いて答えること。また、領域 B の気体の温度 T_1 は、 n_A, n_B, T_0 を用いて、

$$T_1 = \boxed{(4 \cdot 2)}$$

となる。

II) 次に、領域 A の気体のみを加熱して温度を T_A [K] としたところ、2つのしきりはゆっくりと動き、しきり D_2 は長さ h [m] だけ上昇して静止した(図 4(b) を参照)。加熱後の領域 A の気体の体積 V_A [m^3] は、 T_A を用いて、

$$V_A = \boxed{(4 \cdot 3)} \times T_A$$

と表される。また、加熱後の領域 B の気体の体積 V_B [m^3] は V_A と

$$V_B = \boxed{(4 \cdot 4)} - V_A$$

の関係を満たす。

III) 加熱後の状態で、しきり D_2 を固定し、しきり D_1 を取り去って気体を混合させた。十分時間がたった後の気体の温度を T^* [K] とすると、

$$T^* = \boxed{(4 \cdot 5)}$$

である。

【5】 以下の の中に適当な数または式を記入せよ。ただし、音源からは全方向に様に音が出るとし、風はないとする。また、音速は V [m/s] とする。

I) 図 5(a) のように、音源 A と点 B を結ぶ線分 AB に対して、線分 BC が垂直になるように点 C をとる。音源 A は、振動数 f [Hz] の音を出しながら、一定の速さ v [m/s] で、点 B に一直線に向かっている。ただし、音速 V は v より十分大きいとする。音源 A と点 C を結ぶ線分 AC と線分 AB のなす角が θ [rad] のとき、点 C にいる観測者が聞く音の振動数は

$$\boxed{(5 \cdot 1)} \quad [\text{Hz}]$$

である。また、音源 A が点 B に着いたとき、点 C にいる観測者が聞く音の振動数は

$$\boxed{(5 \cdot 2)} \quad [\text{Hz}]$$

である。

II) 次に、図 5(b) のように、音源と観測者を配置する。静止している音源 C は振動数 f の音を出し、観測者 A は、速さ v で、点 B に一直線に向かっている。観測者 A と音源 C を結ぶ線分 AC と線分 AB のなす角が θ のとき、観測者 A が聞く音の振動数は

$$\boxed{(5 \cdot 3)} \quad [\text{Hz}]$$

である。

III) 図 5(c) のように、音源 A が、振動数 f の音を出しながら、半径 17 m の円軌道上を速さ v で等速円運動をしている。この円運動面と同一平面上で、円軌道の外側に観測者 B が静止している。ここでは、音速を 340 m/s とする。

観測者 B が聞く音の振動数が最小となるとき、振動数は $0.99f$ に聞こえたとすると、音源 A は速さ

$$\boxed{(5 \cdot 4)} \quad \text{m/s}$$

で等速円運動しており、音源 A の円運動の周期は

$(5 \cdot 5)$	s
---------------	---

である ((5・4)および(5・5)には、有効数字2桁の数値を記入する)。

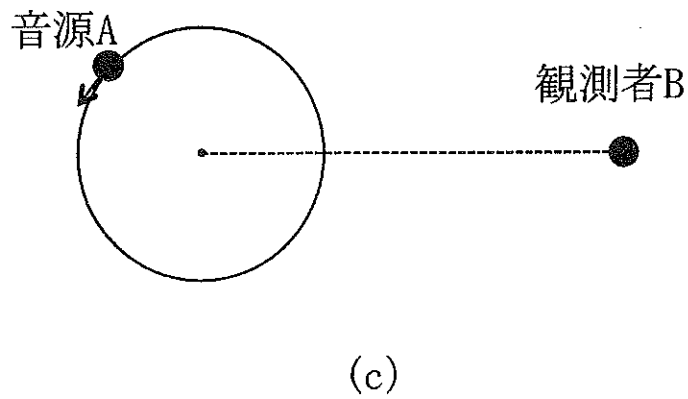
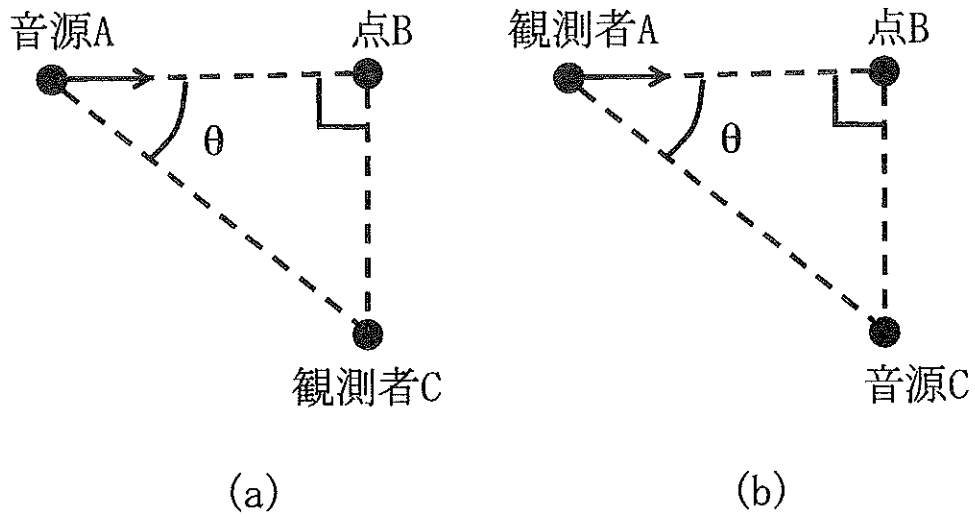


図 5