

平成 26 年度 日本医科大学入学試験問題

[理 科]

受験番号	
------	--

注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された 2 科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後、監督者の指示に従い、配布枚数の確認を行うこと。
(表紙を除き、問題冊子 24 ページ、うち 2 ページは計算用紙、解答用紙 物理 1 枚、化学 1 枚、
生物 1 枚)
落丁、乱丁、印刷の不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。
解答が終わってもまたは試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. 机上には、受験票と筆記用具および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆、シャープペンシル、消しゴムのみとする。
(コンパス、定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は、監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白および計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り、鞆の中にしまうこと。
12. 質問、用便、中途退室など用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
14. 退室時は、試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

物 理

[I] (1)および(2)の文章の に適した答えを書きなさい。

(1) 図1のように、水平でなめらかな床の上に、長さ L 、質量 M の直方体の木材を置く。この木材に質量 m の弾丸を速度 v で水平に打ちこんだところ、弾丸は木材の $L/2$ の深さまで進み、その後、弾丸と木材は一定の同じ速さになって一緒に運動した。ただし、弾丸が木材から受ける抵抗力は、弾丸の速さによらず一定であるとする。弾丸が木材の $L/2$ の深さまで進んだ後の速さは ア であり、抵抗力の大きさは イ である。また、弾丸が木材に接触してから木材の中で止まるまでに、弾丸が床に対して移動した距離は ウ である。

(2) 図2のように、長さ L の支柱 OP に、等しい長さ a の棒 PA 、 PB を取り付けたヤジロベエがある。ただし、支柱や棒の質量は無視できるほど小さく、支柱と棒のなす角 $\angle OPA$ 、 $\angle OPB$ は等しく β である。また、 A と B に取り付けられたおもりの質量は等しく m であるとする。以下では APB からなる面内の運動だけを考える。支柱が図2のように鉛直から θ だけ傾いたときの支点 O の周りの力のモーメントは エ となる。ただし、重力加速度を g とし、図2にあるように反時計回りの角度を正の向き、反時計方向に回転させる力のモーメントを正として計算しなさい。なお、力のモーメントの大きさは、支点から力の作用線におろした垂線の長さ(腕の長さ)と力の大きさの積で与えられる。

ヤジロベエが安定であるためには、 θ を 0 から微小に変化させたときに、 θ の符号と力のモーメントの符号が異符号である必要がある。この条件からヤジロベエが安定な条件として、 $L < \text{オ}$ が得られる。

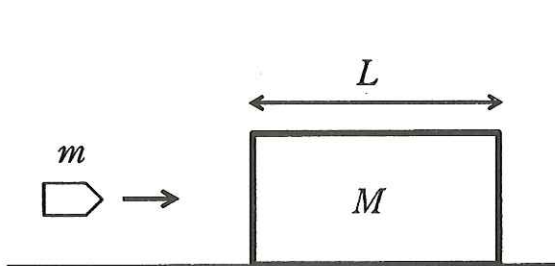


図1

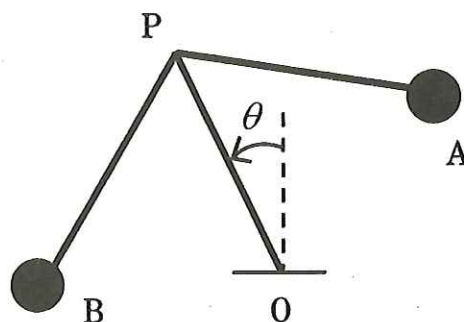
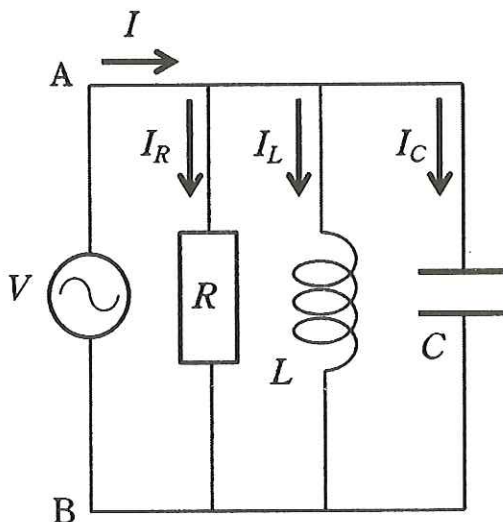


図2

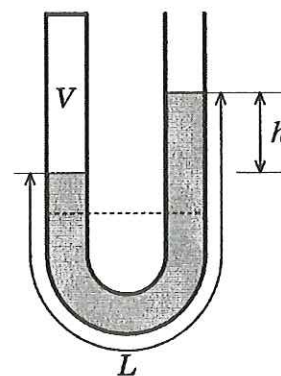
[II] 図のように、抵抗値 R の抵抗，自己インダクタンス L のコイル，および電気容量 C のコンデンサーを並列に接続し，その両端に電圧 $V = V_0 \sin \omega t$ の交流電源を接続する。ここで V_0 は電圧の最大値， ω は交流の角周波数であり，図中の A が B よりも高電位であるときを正とする。また，図中の矢印の向きに流れる電流をそれぞれ I_R ， I_L ， I_C とする。下記の文章の に適した答えを書きなさい。

時刻 t において抵抗に流れる電流は $I_R = \text{ア} \times \sin \omega t$ である。また，同じ時刻でのコイル，コンデンサーに流れる電流はそれぞれ $I_L = \text{イ} \times \cos \omega t$ ， $I_C = \text{ウ} \times \cos \omega t$ となる。このとき回路全体を流れる電流は図中の矢印の向きを正として， $I = \text{エ} \times V_0 \sin(\omega t + \delta)$ と表される。ここで δ は位相のずれである。この式から電流の実効値が最小値をとるのは， $\omega = \text{オ}$ という角周波数のときであることがわかる。



図

[III] 両端開放の一樣な断面積 S のU字管の中に、最初、図の点線の高さまで水が入っていた。U字管の左端を膜で図のように密閉し、開放している右端からゆっくりと水を注いだところ、しばらくして図に示すような平衡状態に達した。そのときの水柱の長さを L 、高さの差を h 、密閉された空間の体積を V とする。下記の文章の に適した答えを書きなさい。ただし、水の密度を d 、重力加速度を g 、大気圧を P とし、水の粘性および空気の温度変化は無視するものとする。なお、平衡状態に達した後の水柱の体積は常に SL と考えてよい。



図

図に示すような平衡状態に達したとき、密閉された空間の圧力は大気圧より ア だけ高い。また、密閉された空間の体積 V は、水を注ぐ前の最初の体積の イ 倍になっている。最初に入っていた水の体積は ウ である。

平衡状態に達した後に、突然、U字管の左端の膜が破れた。すると、水柱はU字管の中で往復運動を始めた。U字管の左右の水柱の高さが等しくなる位置を基準の位置とし、その基準の位置からの水柱の高さの変位に着目したとき、水柱は基準の位置を中心として単振動をしていることがわかる。この単振動の周期は エ である。往復運動中、水柱の最大の加速度の大きさは オ である。

[IV] (1)および(2)の文章の に適した答えを書きなさい。ただし、 ウ と エ では、小数点以下を四捨五入して整数で答えなさい。

(1) 平面と考える良い、高い崖を海岸線とする陸地があり、海面を伝わる波が海岸線に対して垂直な方向に沖から海岸線に向かって進んでいる。波は正弦波で、海流および海岸での反射の影響はないものとする。このような状

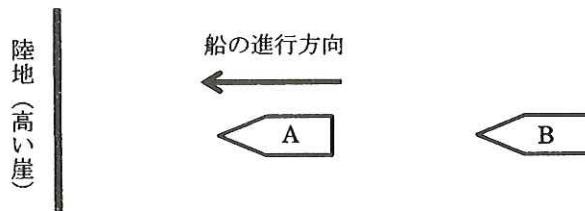


図 1

況で、船 A と船 B が海岸線に垂直な一直線上を、図 1 のように一定の間隔を保ちながら、海岸線の方に向かって 5 m/s の速さで進行していた。

船 A において、船首を後ろから追い越す波の山と山との間の時間を計測すると 10 秒 であった。また、船 B は停止し、その停止状態で波の様子を調べたところ、船首を通る波の山と山との間の時間が 5 秒 であった。このとき、波の進む速さは ア m/s であり、波の波長は イ m であることがわかる。次に、速さ 5 m/s で進行している船 A が長い間 170 Hz の音を発し続けたところ、停止している船 B では 1 秒間 に ウ 回のうなりを計測した。なお、音の速さは 340 m/s とする。

(2) 長いガラス管の中に柄のついたピストンをはめ込んで、振動数 440 Hz の音が出ているスピーカーを管口におく。最初にピストンの右端の位置を、ガラス管の開口端に一致させ、この状態からピストンをゆっくりと左の方向に引っ張った。すると、ピストンの右端が開口端から 18 cm の位置で、1 度目の共鳴が起こった。さらに、ピストンをゆっくり引っ張っていくと、ピストンの右端が開口端から 56 cm の位置で 2 度目の共鳴が起こった (図 2)。このとき、音の速さは エ m/s である。図 2 に示したように、ピストンの右端を原点とし、ガラス管に平行に x 軸を選び、ガラス管の開口端側を x 軸の正の方向とすると、気柱の中で一番圧力の変化が大きいところは、 $x > 0$ ($x = 0$ は含まない) において、 $x =$ オ cm のところである。

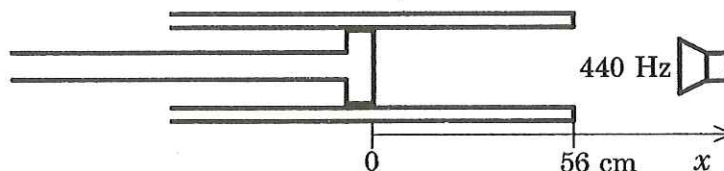


図 2