

平成25年度 入学試験問題

医学部 (I期)

理科

注意事項

1. 試験時間 平成25年1月25日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - 〃(その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - 〃(その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - 〃(その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
6. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品携行の上退場して下さい。
7. 休憩のための退場は認めません。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙(選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2))、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。
確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

物 理 (その1)

1 以下の問いに答えなさい。「計算欄」に計算も記しなさい。

A

ごく小さなボールを床からの高さ h の地点から真下に自由落下させた。ボールは水平な床に当たり、真上に跳ね上がった。ボールと床の間の反発係数(はねかえり係数)は e であった。ただし $0 < e < 1$ である。重力加速度の大きさを g とする。

- (1) 跳ね上がった後にボールが達する最高点は、床からどれだけの距離にあるか。 h , e , g の中から必要なものを用いて表しなさい。
- (2) ボールはその後、落下と上昇を繰り返して、最後に床に静止した。最初の高さから静止するまでにボールが移動した距離はいくらか。 h , e , g の中から必要なものを用いて表しなさい。

B

長さ 30 cm 程度のごく細い棒がある。その重心は長さ方向の中心からずれている。その重心を、摩擦の特性を使って見つける次のような方法がある。

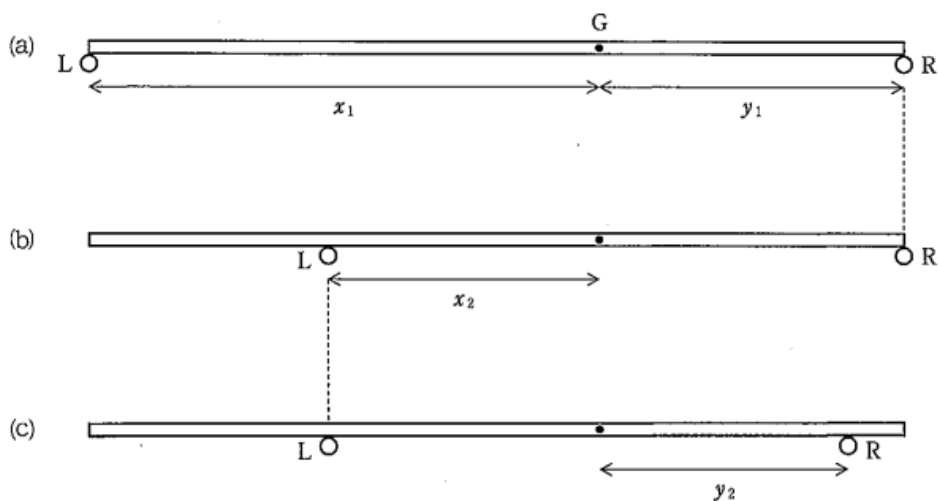
平行にした両手の人差し指に、棒の両端を直交するように載せて棒を水平に保つ。棒を水平に保ったまま両人差し指を互いに近づける。すると重心からより遠い人差し指(これをいま左手の人差し指 L とする)の方が滑り始め、他方(右手)の人差し指 R は静止したままである。その後、滑っていた L が止まり、それまで静止していた R が L の方向に滑り始める。これが交互に繰り返され、両手の人差し指 L と R が一緒になった点が棒の重心である(指の太さがごく細いものと仮定する)。なぜならその点で棒を支えることができるからである。

図を使って説明しよう。図(a)に、最終的に見いだされる重心 G と棒の両端に L と R を添えた状態を示す。重心と L 、重心と R の間の距離をそれぞれ x_1 と y_1 とする。最初 L が滑り始めた。図(b)のように $GL = x_2$ になったところで、 L は止まり R が滑りはじめた。そして図(c)のように、 $GR = y_2$ となったところで、 R は止まり L が滑りはじめた。

図(b)のように、 $GL = x_2$ 、 $GR = y_1$ になったとき、 L から棒に働く垂直抗力の大きさを $A(x_2, y_1)$ と置き、 R から棒に働く垂直抗力の大きさを $B(x_2, y_1)$ と置く。棒の重さ(棒の質量と重力加速度の積)を W とする。なお、棒と両人差し指 L , R との間の静止摩擦係数と動摩擦係数をそれぞれ μ , μ' とする。

- (1) $A(x_2, y_1)$ と $B(x_2, y_1)$ をそれぞれ x_2 , y_1 , W を使って表しなさい。

- (2) 図(a)の状態から図(b)の状態に移る際、GLがまさに x_2 になってLが止まろうとして、Rがまさに滑り始めようとしたとき μ 、 μ' 、 $A(x_2, y_1)$ 、 $B(x_2, y_1)$ の間にどのような関係が成り立つか。
- (3) 図(b)で、重心Gの位置は線分LRを $\alpha:1$ に内分する。 α はどのように表されるか。 μ 、 μ' を用いて表わしなさい。
- (4) 上に述べた操作が、理論上無限に繰り返されてLとRがGに到達したとする。このとき $\sum_{k=1}^{\infty} y_k$ を、 μ 、 μ' および y_1 を使って求めよ。



- 2 以下の問いに答えなさい。なおこの問題でヤング率という物理量が出てくるが、その詳しい内容には立ち入らない。

A

以下の文章の に入る最適な語句を解答欄に記しなさい。

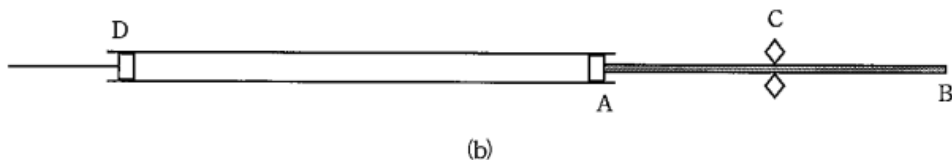
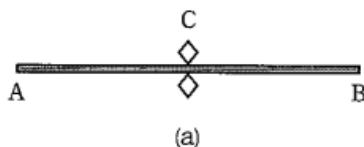
図(a)に示すように、長さ L の金属棒 AB の中点 C を固定し、長さ方向に摩擦すると、金属棒中に (1) 波を起すことができる。この (1) 波は基本振動であった。すなわち固定した部分 C は波の (2) , 金属棒の両端 A と B が波の (3) となった。 (1) 波の伝わる速さ V は金属棒のヤング率とよばれる物理量 E , および金属棒の密度 ρ と次の関係にあることがわかっている。

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (K)$$

逆に、金属棒を伝わる (1) 波の速さがわかれば金属棒のヤング率が得られる。

この速さ V を求めるために長さ 1.5 m あまりのガラス管を用意した。図(b)に示すようにガラス管の一端はコルクのせん D でふさぐ。金属棒 AB の A にコルクのせんを取り付けガラス管の他端に差し込んだ。金属棒とガラス管は一直線をなして、ともに水平に保たれている。また、金属棒の中点 C は固定してある。

コルク D の位置を変えることにより密閉ガラス管内の気柱の長さを変えることができる。このようにして、密閉ガラス管中の気柱をある長さに変えると、金属棒に生じた (1) 波を密閉ガラス管の中に (4) させることができる。すなわち、密閉ガラス管の中(の空気中)に音波の (5) 波を発生させることができる。実際、あらかじめガラス管の中に軽い粉末を封入しておくと、 (4) によって粉末がしま模様を作る。このしま模様の間隔から音波の波長を調べると、 (4) 振動数がわかる。



B

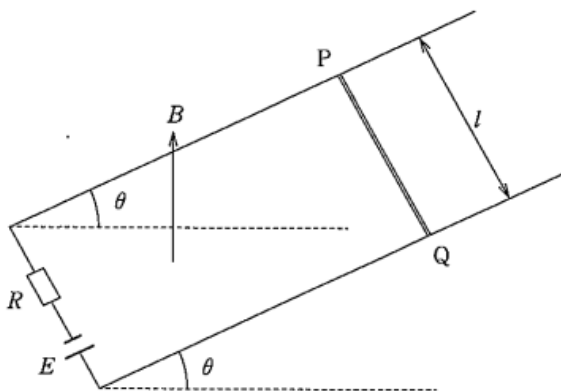
ここから以下に示す手続きをふむと金属棒のヤング率を求めることができる。空気中の音速は 340 m/s であった。

- (1) 式(K)の両辺にある物理量の単位に注目することで、ヤング率 E の次元がわかる。ヤング率 E の次元は、どのような物理量と同じか。その物理量を(たとえば、『力』というように)挙げなさい。
- (2) 密閉ガラス管中にできたしま模様の間隔が 0.100 m であった。密閉ガラス管中に発生した音波の振動数はいくらか。
- (3) 金属棒の長さが 1.00 m であった。金属棒に発生した (1) 波の伝わる速さはいくらか。
- (4) 金属棒の密度は 9.00 g/cm^3 であった。この金属棒のヤング率はいくらか。単位に気をつけなさい。

物 理 (その2)

3 図のように、鉛直上向きで磁束密度の大きさ B の一様な磁界中に、2本の十分に長い直線導体レールを間隔 l で平行に並べ、水平面に対して角度 θ となるよう固定した(ただし $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ とする)。導体レールの下端には、内部抵抗が無視できる起電力 E の電池と、抵抗値 R の抵抗が直列に接続されている。導体レールの上に長さ l 、質量 m の導体棒 PQ をレールと直角をなすように載せた。導体棒 PQ は常にレールに直角に接したままレールの上を運動できるものとし、レールおよび導体棒 PQ の電気抵抗、レールと導体棒 PQ の間の摩擦、回路の自己誘導は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g としたとき、以下の問いに答えなさい。「計算欄」に計算も記しなさい。

- (1) 導体棒 PQ を導体レールに載せ、手で支えて動かないようにした。このとき
 - (a) 導体棒 PQ に流れる電流の大きさを求めなさい。
 - (b) 導体棒 PQ が磁界から受ける力の大きさを求めなさい。
- (2) 電池の起電力が小さいとき、導体棒 PQ は下降する。このとき誘導される起電力の向きは $P \rightarrow Q$ か、あるいは $Q \rightarrow P$ か。
- (3) 電池の起電力を E_0 にしたとき、導体棒 PQ は導体レール上で静止した。このとき
 - (a) 導体棒 PQ に流れる電流の大きさを求めなさい。
 - (b) E_0 の値を求めなさい。
- (4) 電池の起電力 E が E_0 より大きい場合、導体棒 PQ はレールに沿って上向きに動き始める。そして十分に長い時間が経つと導体棒 PQ は一定の速さで運動するようになる。このとき
 - (a) 導体棒 PQ に流れる電流の大きさを求めなさい。
 - (b) 導体棒 PQ の速さを求めなさい。



- 4 レンズに関する以下の問いに答えなさい。なお、レンズの厚みは無視できるものとし、焦点距離 f や距離 a 、 b などは正の値を持つ量とする。

A

- (1) 図1のように物体(光源)AB, 焦点距離 f の凸レンズ, スクリーンが一直線上に配置されている。物体ABと凸レンズの距離を a , 凸レンズとスクリーンとの距離を b とする。
 $0 < f < a$ のときスクリーン上にはっきりと像が結ばれた。
- (a) このときの像は正立・実像, 正立・虚像, 倒立・実像, 倒立・虚像のうちどれか。
- (b) b を a と f で表しなさい。
- (c) ここでレンズの下半分を黒い紙で遮った。このときスクリーン上の像はどうなったか, 簡潔に答えなさい。
- (2) $a = f$ のとき, スクリーン上の像はどうなるか。理由も簡潔に述べなさい。
- (3) 物体の位置を, $f < a < 3f$ の範囲で変えた。これに伴い, スクリーン上にはっきりと像を結ぶように b の値も変えた。このとき像の倍率 m が, 1より大, 1に等しい, あるいは1より小さくなるときの a と b それぞれの範囲あるいは値を f を使って表し, 解答欄の空欄(1)~(4)をうめなさい。

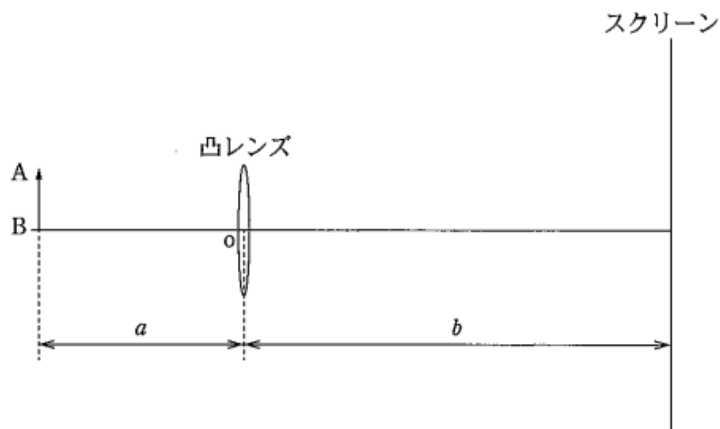


図1

B

図2のように二枚の凸レンズ(対物レンズ L_1 , 接眼レンズ L_2)を組み合わせて顕微鏡を作成した。 L_1 の焦点距離は20 mm, L_2 の焦点距離は50 mm, 物体 AA' と L_1 の距離は25 mmである。なお目の位置は L_2 の焦点距離とする。明視の距離(虚像と目の距離)が250 mmであった場合の L_1 と L_2 の間隔を求めなさい。

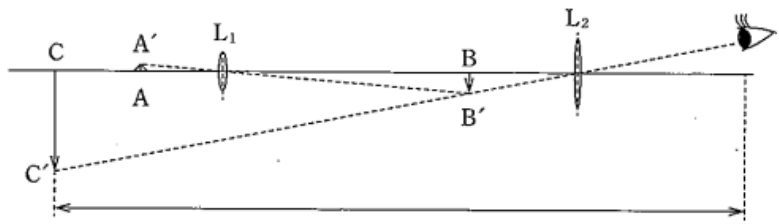


図2