

平成24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24年1月27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時間以後からは退場を許可します。但し、試験終了10分前以降の退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく外出(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)を一番上のにせ、挙手し監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票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)

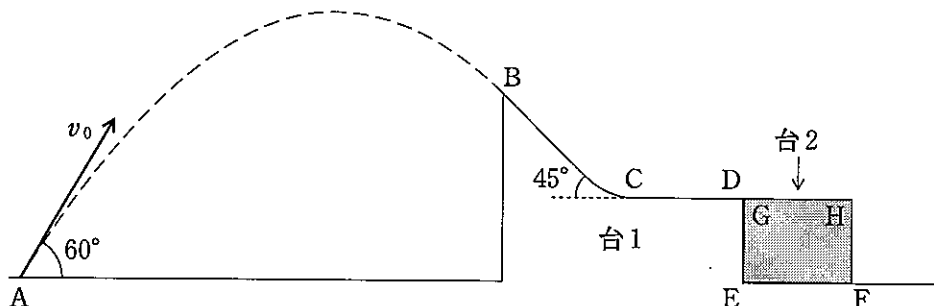
1 水平面上の A 点から、水平面に対して 60° の方向に速さ v_0 で質量 m の小物体が打ち出された。小物体は図に示すように最高点を過ぎてから傾斜角 45° の斜面に B 点でスムーズに載った。物体が描いた軌道の放物線と B 点を通る斜面の最大傾斜線はスムーズにつながっている。小物体は放物運動を行って B 点に到達した後、B 点で持っていた速度を初速度として斜面を滑り下りた。重力加速度の大きさを g としたとき、以下の問いに答えなさい。「計算」欄に計算も記しなさい。

- (1) 小物体が A 点で打ち出されてから B 点に達するまでに要した時間はいくらか。
- (2) B 点における小物体の速さはいくらか。
- (3) B 点の水平面からの高さはいくらか。

斜面は C 点まで続き、C 点から D 点までは水平面となる。BCD から成るこの斜面付き台 1 は床に固定されている。傾斜面 BC と水平面 CD はなめらかにつながっていて、両面とも摩擦力は働かない。水平面 CD の右側の水平面 EF 上に、質量 M の台 2 が鉛直面 DE に接して置かれている。この台 2 の上面 GH は粗く、その面は水平面 CD と同一平面にある。水平面 EF はなめらかで摩擦の働かない面である。

小物体は速度 v_1 で台 2 に乗り移り、台 2 の上を動いた。同時に台 2 はなめらかな水平面 EF 上を動き出した。小物体はその後ある距離だけ動いて台 2 に対して静止した。ただし、小物体は台 2 に瞬時に乗り移ったものとし、GH 面と小物体間の動摩擦係数を μ' とする。また GH は十分に長いものとする。

- (4) 小物体および台 2 の、水平面 EF に対する加速度はそれぞれいくらか。このとき加速度の向きは図の右向きを正とする。
- (5) 小物体が台 2 に乗り移ってから、台 2 に対して静止するまでの時間はいくらか。
- (6) またその間に小物体が台 2 上を進んだ距離はいくらか。
- (7) 小物体が台 2 に対して静止してから、物体と台 2 の速さはいくらとなったか。



2 以下の問題で、大気圧と温度は変化しないものとする。

A

- (1) 静止流体がある(図1)。流体中の1と2における圧力がそれぞれ p_1 と p_2 であった。これらの位置は容器の底面からそれぞれ h_1 、 h_2 の高さにある。流体の密度を d 、重力加速度の大きさを g としたとき p_1 、 p_2 の関係式を書き下しなさい。

以下の問題で水の密度は 1.00 g/cm^3 、水銀の密度は水の密度の13.6倍としなさい。

- (2) 昭和大学・富士吉田校舎は富士山のすそ野にある。この場所で、およそ1 mほどの長さの試験管を用意し、それに水銀をめいっぱい詰め、試験管の口を閉じて水銀の入った容器に逆さにして垂直に立てた。その後静かに試験管の口を開けると試験管内の液面が下がった(図2)。容器内の液面と試験管内の液面の高さの差(すなわち水銀柱の高さ)が0.690 mであった。この場所における重力加速度の大きさが 9.80 m/s^2 としたとき、この場所の大気圧は何 Pa か。
- (3) 上と同じ場所で、水銀の代わりに水を用いて上と同様な装置(ただし試験管は十分に長いもの)を使って大気圧を測るとしたら、水柱の高さはいくらとなるか。
- (4) 血圧を水銀血圧計で測ってくれた医師に、最高血圧が110と言われた。これは何 Pa のことか。

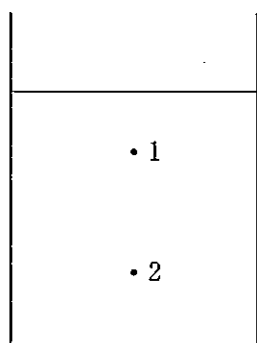


図1

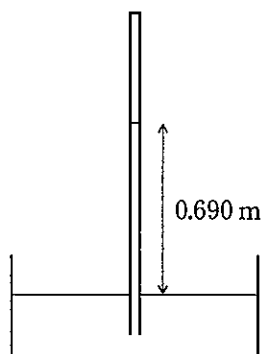


図2

B 図3に示す装置を使って、液体Aの密度を以下のようにして測ることにしよう。

内径の一樣なガラス管をU字型に曲げ、その中央に栓Sを備えた側管を取り付け、これを図3に示すように逆さに立ててガラス管が垂直になるように固定する。ガラス管の両端の開口部に、管に比べてかなり大きめの全く同型の容器XとYを差し込む。容器Xに密度のわかっている水を入れ、容器Yに密度の未知な液体Aを入れる。その後栓Sを通してガラス管内の空気を吸い上げる。すると管内にそれぞれの液体が吸い上げられる。両方の液体が混ざらないように注意する。2本のガラス管にはそれぞれ長さ方向に目盛りが付けてある。以下では左右にあるガラス管内の液面と、容器内の液面の位置(高さ)を、それぞれのガラス管に付いている目盛りで読む。なお毛細管現象などは考えない。

今左側ガラス管内の水の液面が示す高さが a_1 で、容器Xの液面が示す高さが a'_1 であった。同様に右側ガラス管内の液体Aの液面が示す高さが b_1 で、容器Yの液面が示す高さが b'_1 であった。

- (1) 管内の空気の圧力が p_1 である時、大気圧を水の密度 ρ 、 a_1 、 a'_1 および g を使って表しなさい。

栓Sを通して管内にわずかに空気を入れて再びSを閉じた。その結果左側ガラス管の水面と、容器の液面の高さがそれぞれ a_2 、 a'_2 となった。同様に右側ガラス管の液面と、容器の液面の高さがそれぞれ b_2 、 b'_2 となった。

- (2) a_1 、 a'_1 、 a_2 、 a'_2 、 b_1 、 b'_1 、 b_2 、 b'_2 の間に成り立つ関係式を一つ示しなさい。
 (3) 液体Aの密度を ρ 、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 を使って表しなさい。

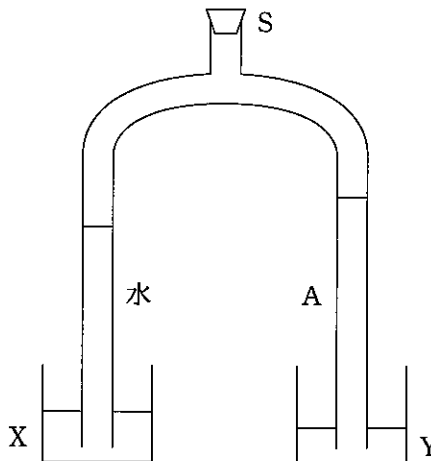


図3

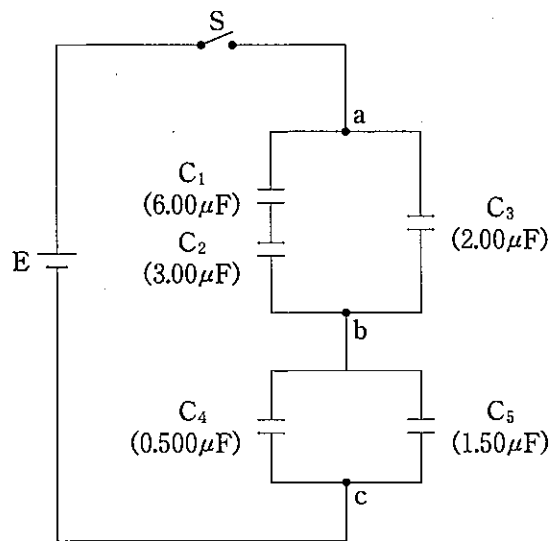
物 理 (その 2)

3 図の回路は、内部抵抗の無視できる起電力 12.0 V の電池 E に電気容量がそれぞれ $6.00\ \mu\text{F}$, $3.00\ \mu\text{F}$, $2.00\ \mu\text{F}$, $0.500\ \mu\text{F}$, $1.50\ \mu\text{F}$ の値を持つ 5 個のコンデンサー C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 を接続させたものである。このとき以下の問いに答えなさい。なお「計算」欄に計算も記しなさい。

- (1) ab 間のコンデンサーの合成容量を求めよ。
- (2) ac 間のコンデンサーの合成容量を求めよ。

各コンデンサーに電荷が蓄えられていない状態でスイッチ S を閉じた。その後十分に時間が経過した。

- (3) ab 間の電圧を求めよ。
- (4) コンデンサー C_5 に蓄えられた電荷を求めよ。
- (5) 5 個のコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーの総計を求めよ。



4 ベータトロンは真空中に発生させた誘導電界を利用して電子を同一円軌道上で加速する装置である。この装置の原理は以下のようなものである。

z 軸の正方向を向いた、大きさ B の一様な磁束密度の中で、電荷 $-e (< 0)$ 、質量 m を持つ電子が、 z 軸を中心とする $x-y$ 平面で半径 r_0 の等速円運動を行っている(図1)。この円軌道を P とする。この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) 電子の運動方向は z 軸の正方向から見て、時計回りか、あるいは反時計回りか。
- (2) 電子の速さを v 、 m 、 r_0 、 B を用いて表しなさい。

次に図2のように、磁束密度の大きさが時間と z 軸からの距離にのみ依存して変わるような場合を考える。

- (3) このとき円軌道 P で囲まれる面 Q を貫く磁束密度の平均の大きさが \bar{B} であるとしたら、この円軌道面 Q 内の平均の磁束はいくらか。
- (4) \bar{B} を時間 Δt の間に $\Delta \bar{B}$ の割合で増やした。その結果円軌道 P にどれだけの大きさの誘導起電力が生じたか。またこれによって、電子に生じる軌道の接線方向の加速度の大きさ $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ はいくらとなるか。なお Δv は Δt の間の速さの変化である。
- (5) 速度が上昇している電子を、同じ軌道 P 上で運動させておくためには、軌道 P 上の磁束密度 B_P の時間変化 $\frac{\Delta B_P}{\Delta t}$ は、面 Q を貫く磁束密度の平均 \bar{B} の時間変化 $\frac{\Delta \bar{B}}{\Delta t}$ とどのような関係にあればよいか。

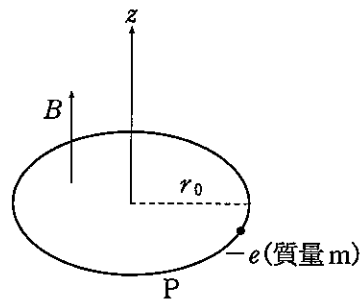


図1

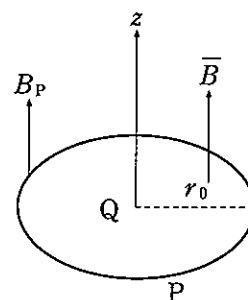


図2