平成25年度　入学試験問題

医学部（Ⅱ期）

理科

注意事項

1. 試験時間　平成25年3月2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）

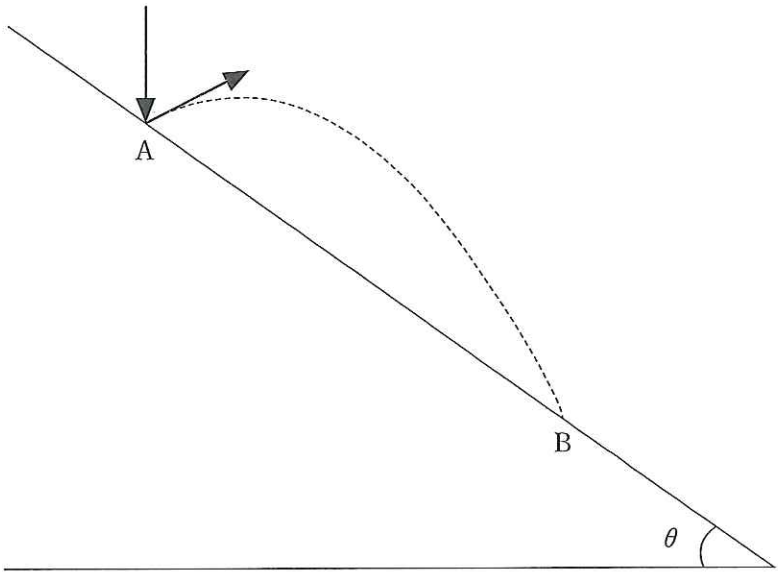
1　地面に固定された傾斜角 θ を持つなめらかな斜面に，その上部から鉛直下向きに小球が落下して，速さ v_0 で斜面上の点Ａに弾性衝突した(図を参照)。その後小球は斜面上の点Ｂに衝突し，斜面を離れた。このとき以下の問いに答えなさい。ただし $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$ とする。また，点Ａを座標の原点とし，水平右向きに x 軸の正の方向を，鉛直上向きを y 軸の正の方向に取るものとする。重力加速度の大きさを g とする。「計算欄」に計算も記しなさい。

(1)　点Ａで小球は，水平方向に対して角度 α の方向にはね返った。α の大きさを θ を使って表しなさい。

(2)　点Ａではね返った後，点Ｂに達するまでに要した時間はいくらか。

(3)　点Ｂに入射する際小球の速度が x 軸の正方向(水平方向)となす角度の大きさを β としたとき，$|\tan\beta|$ を θ を使って表しなさい。またそのときの小球の速さを v_0 と θ を使って表しなさい。

(4)　点Ｂの座標 $(x,\ y)$ を v_0，g，θ を使って表しなさい。



2 図1に示す半径 r，高さ h の円筒形容器に，質量 m の単原子分子 N 個からなる n モルの気体が入っている。この気体が作る圧力と，気体が持つ内部エネルギーを求めてみよう。気体分子は容器の壁と弾性衝突を行うが，分子どうしは衝突しないものとする。円筒の中心軸を z 軸とし，これに垂直な面に xy 平面を設定する。分子の運動は xy 平面への正射影したものを考える。このとき以下の文章の空欄に当てはまる適切な数式を解答欄に記しなさい。

図2は円筒形容器の断面である xy 面である。円の中心を0とする。いま1個の分子の速度 $\vec{v}$ が xy 平面に落とす速度の射影の大きさを b としたとき，入射角 θ で壁に衝突する様子を示した。この衝突による分子の運動量変化(の射影された大きさ)は [(1)] である。この分子は次に壁に衝突するまでに [(2)] の時間がかかる。全分子の xy 平面に射影した速度の2乗の平均値を $< b^2 >$ とすると，気体が壁に及ぼす平均の力は，全分子の運動量変化を経過時間で割った量であるから [(3)] となる。よって圧力 p は円筒の側面積で平均の力を割って [(4)] と求められる。

ここで全分子が持つ速度および速度の x 成分，y 成分，z 成分の2乗の平均値をそれぞれ $< v^2 >$ および $< v_x^2 >$，$< v_y^2 >$，$< v_z^2 >$ と表す。よってこれらの量と $< b^2 >$ の間に関係が生ずる。そのうち $< b^2 >$ と，$< v_z^2 >$，$< v^2 >$ の間には [(5)] という関係式が成り立つ。それらの結果，$< b^2 >$ は $< v^2 >$ を使って [(6)] と表すことができる。以上より，圧力は $< v^2 >$，容器の容積 V，N および m を使って [(7)] となる。

さて，圧力 p，体積 V，気体のモル数 n および絶対温度 T を持つ理想気体の状態方程式は，気体定数を R とすると [(8)] と表される。この式を上で求めた圧力の式と比較すると，分子1個が持つ平均の運動エネルギーが，アボガドロ数 N_A を用いて [(9)] と書き表すことが出来る。よって気体全体が持つ内部エネルギーは絶対温度を用いると [(10)] となる。

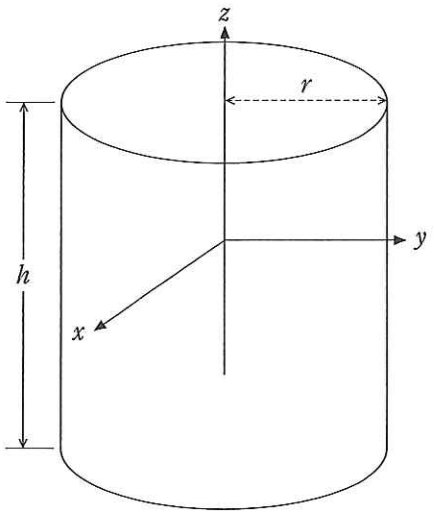


図1

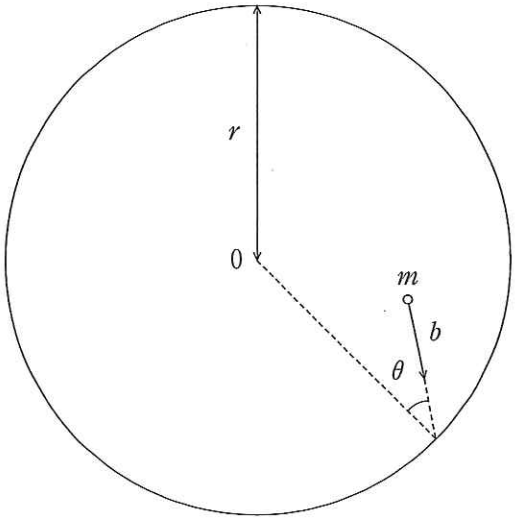


図2

物　理（その２）

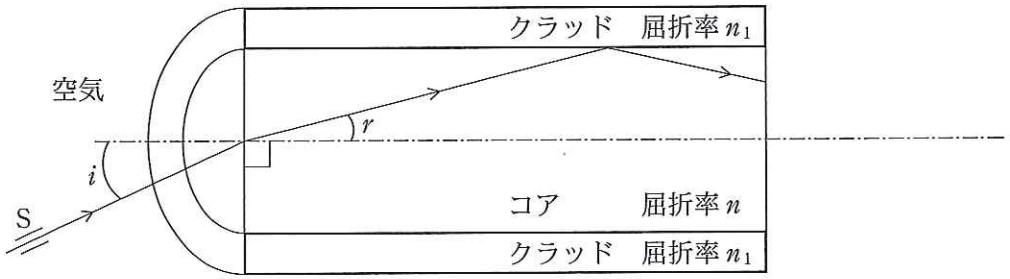
3 光ファイバーは図に示すような，高屈折率のコアとよばれるガラスを，低屈折率のクラッドとよばれるガラスでおおった細いガラス繊維である。図は空気中に置かれた光ファイバーの断面図である。光ファイバーは円柱状で，その端面はコアの中心軸に垂直である。コア，クラッドおよび空気の屈折率をそれぞれ n，n_1 および 1 とすると，$1 < n_1 < n$ という関係にある。また空気中の光の速さを c とする。このとき以下の問いに答えなさい。

(1) スリットＳを通して，単色光をコア端面に入射角 i で入れた。この光の屈折角を r としたとき，$\sin r$ を n，i を用いて表しなさい。

(2) コアからクラッドへ光が入射するとき，その境界面における入射の臨界角が θ_0 であった。$\sin\theta_0$ を n，n_1 を用いて表しなさい。

(3) 上の(2)の条件が満たされるとき，端面におけるこの光の入射角が i_0 であった。$\sin i_0$ を n，n_1 を用いて表しなさい。

(4) 上の(2)と(3)の条件が満たされたとき，光は全反射を繰り返しながら光ファイバー内を進む。このとき光ファイバーが長さ L の直線状のものであるなら，この光ファイバーを通過するのに要する時間はいくらか。所要時間を L，n，n_1，c を用いて表しなさい。



4 以下の問いに答えなさい。

A

以下の文中の［　　］に，適切な語句を入れなさい。

一般に導体の電気抵抗は，条件によって変化する。たとえば，電球のフィラメントは，かける電圧を上げていくと温度が上がるので，抵抗値はそれにつれて［ (1) ］なる。そのために，流れる電流が電圧に［ (2) ］せず，両者の関係は直線関係にならない。このような抵抗を［ (3) ］という。

B

ある豆電球に加えた電圧と電流の関係をグラフにしたところ，図1のようになった。この豆電球と，2つの抵抗，抵抗1（抵抗値：20 Ω），抵抗2（抵抗値：40 Ω）および電池を図2のように接続し，電池の起電力を適当な値にしたところ抵抗2に0.080 Aの電流が流れた。電池には内部抵抗がないものとする。数値は四捨五入して有効数字2桁で答えなさい。「計算欄」に計算を記しなさい。必要なら解答欄のグラフを利用しなさい。

(1) このとき豆電球にかかる電圧と豆電球を流れる電流の値を求めなさい。

(2) このときの電池の起電力はいくらか。

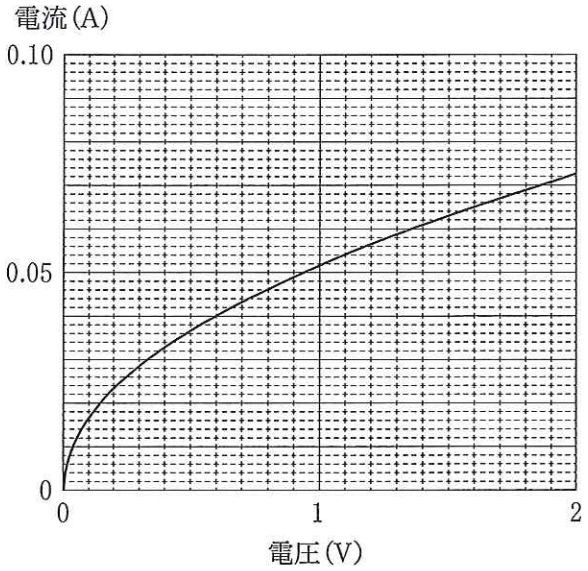


図1

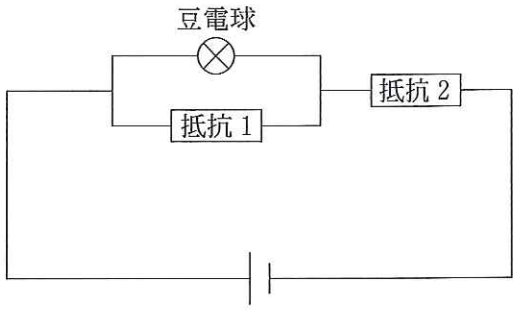
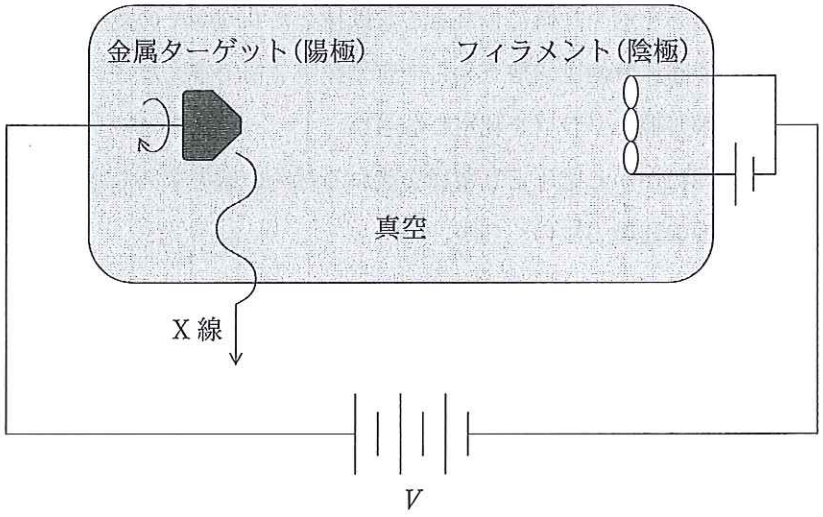


図2

5 医学の診断に使用される比較的エネルギーの低いX線はX線管で発生させる。X線管は，図のように，真空管内で高温に熱したフィラメント(陰極)から熱電子(電流による熱でエネルギーを得た電子)を発生させ，高電圧Vで加速させ金属ターゲット(陽極)に衝突させる装置である。加速した熱電子はターゲットに衝突して急停止し，このときX線が発生する。一般に原子番号の大きい元素ほどX線の発生能率が高い。陰極から出た熱電子の初速度を0，電子の電荷を$-e\,(e > 0)$，電子の質量をm，真空中の光速をcとして，以下の問いに答えなさい。

(1) X線管球内はなぜ真空でなければならないのか，簡潔に答えなさい。

(2) 金属ターゲットは固定ではなく，図のように軸まわりに回転させている。その理由を簡潔に答えなさい。

(3) 陽極に衝突する直前の熱電子の速さを求めなさい。