TMPS医学館　過去問解説図書館

物　理

関西医科大学医学部　2025年度型
そっくり類題セット

※ これは関西医科大学の入試問題ではありません。
2025年度の出題形式（大問の数・設問の構成・解答形式）をもとに、
TMPS医学館が題材や数値・設定を変えて作成したオリジナル問題です。

試験時間の目安：60分（本番は理科2科目で120分）

大問	ページ	時間配分の目安
大問I （記録タイマーと落下運動）	2	15分
大問II （サイクロトロン）	3	15分
大問III （超音波ドップラー法）	4	15分
大問IV （宇宙核時計）	5	12分（見直し3分）

注意事項

1. 問題は大問I〜IVの全4題である。
2. 空欄は【　】に入る数または文字式を、記述の問いは答えと途中の考え方を書く。白紙を使うこと。
3. 問題文中に特に断りがなければ、空気の抵抗・摩擦・導線の抵抗は無視する。
4. 解答・解説は、解説ページ（TMPS医学館の過去問解説図書館）に掲載している。

大問Ⅰ　記録タイマーによる落下運動の測定

図1のように，下端におもりを取り付けたテープを鉛直に記録タイマーに通し，テープから手をそっと放した。手を放した瞬間に記録タイマーのスイッチが入り，テープに打点が始まった。床に到達したテープには図2のような点が記録されていた。この記録タイマーは，1秒間に60回打点することができる。以下の問に答えよ。

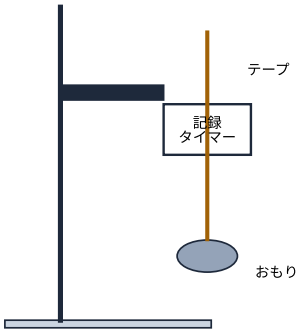


図1

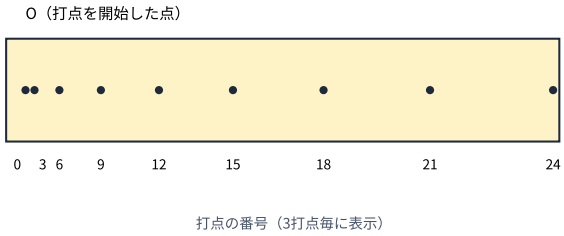


図2

問1　1つの点を打ってから次の点を打つまでにかかる時間を答えよ。

図2の点Oは打点を開始した点である。点Oからの距離を3打点毎に計測し，表のようにまとめた。

打点	点Oからの距離 [cm]	区間 n	区間の距離 [cm]
0	0.0		
3	1.3	1	1.3
6	4.9	2	3.6
9	10.9	3	6.0
12	19.3	4	8.4
15	30.0	5	10.7
18	43.1	6	13.1
21	58.5	7	15.4
24	76.3	8	17.8

問2　手を放してから3打点目および9打点目までおもりが落下したときの平均の速さは何 m/s か。有効数字2桁で，それぞれ答えよ。

表のように，3打点目と0打点目の間を区間1，6打点目と3打点目の間を区間2のように，$3n$ 打点目と $3(n-1)$ 打点目の間を区間 n とし，各区間の距離を求め，n と区間の距離をグラフにしたところ，図3のような直線となった。

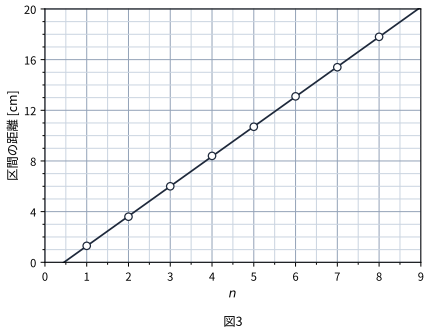


図3

問3 落下運動の加速度の大きさは何 $\mathrm{m/s^2}$ か。有効数字2桁で答えよ。途中の考え方も記すこと。

問4 3打点目および9打点目でのおもりの落下速度の大きさは何 $\mathrm{m/s}$ か。有効数字2桁で，それぞれ答えよ。途中の考え方も記すこと。

問5 この方法で求めた加速度の大きさは，実際の重力加速度の大きさ（$9.8\ \mathrm{m/s^2}$）より小さくなる傾向にある。その原因となる2つの力を，それぞれ18文字以内で簡潔に答えよ。

大問II サイクロトロン

真空中に，図1のように半径が R の半円形で薄い中空の電極 $\mathrm{D_1}$，$\mathrm{D_2}$ が向かい合わせで，半円形の面が水平となるように置かれている。$\mathrm{D_1}$ と $\mathrm{D_2}$ の隙間は R に比べじゅうぶん小さい。$\mathrm{D_1}$ と $\mathrm{D_2}$ は高周波電源に接続されている。この高周波電源は，電極間の電圧の向きを周期的に反転させながら，電極間に一定の電圧 V をかけることができる。$\mathrm{D_1}$ と $\mathrm{D_2}$ の間に一定の電圧がかかるとき，隙間の電場（電界）は一様かつ均一であるとする。

図1のように，鉛直上向きを z 軸，$\mathrm{D_1}$ の直線部分の中心を原点 O とし，$\mathrm{D_1}$ から $\mathrm{D_2}$ の向きに x 軸，直線に沿って y 軸を取る。$\mathrm{D_1}$ と $\mathrm{D_2}$ に，z 軸の**負**の方向に磁束密度 B の一様な磁場（磁界）を与えた。この状態で，$\mathrm{D_2}$ の直線部上で y 座標の値が正である点 P に置かれたイオン源から，正の電荷を持つ粒子（電気量 q，質量 m）を，x 軸の**負**の方向に x 軸に平行に，初速 v で打ち出した。以下の問に答えよ。荷電粒子の大きさ，電極の板の厚さ，重力の影響は無視できる。

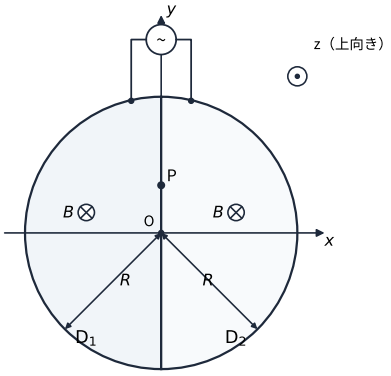


図1（真上から見た図）

高周波電源を切った状態で荷電粒子を打ち出したところ，荷電粒子は電極の空洞内の xy 平面上で，x 軸上のある点を中心とした等速円運動を行った。

問1 荷電粒子が初めて x 軸上に到達した瞬間，磁場から受ける力の大きさと向きを答えよ。向きは解答欄の選択肢から適切なものを選び答えよ。
〔解答欄〕向き （x ・y ・z ）軸 （正・負）方向

問2 等速円運動の半径と周期を求めよ。
高周波電源を入れた状態でイオン源から荷電粒子を打ち出したところ，荷電粒子は等加速度直線運動と等速円運動を繰り返し，円軌道の半径が R に近づいた。

問3 高周波電源の反転周期を求めよ。途中の考え方も記せ。

問4 円軌道の半径が $r\ (< R)$ のとき，荷電粒子は何回隙間を通過したか。途中の考え方も記せ。

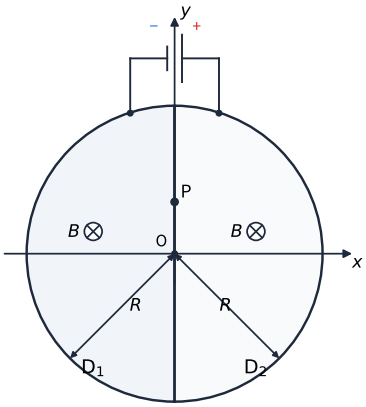


図2（電源を直流にした）

高周波電源を図2のような直流電源（D_2 側が高電位）に変更し，電源を入れた状態で同じイオン源から荷電粒子を打ち出した。

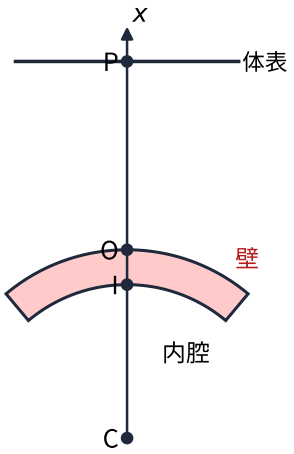
問5　荷電粒子が点Pを出発して，隙間を4回通過するまでの軌跡の概形を実線で描け。隙間はじゅうぶん小さいので D_2 の直線部は y 軸に一致する。
〔解答欄〕 xy 平面（点Pと原点Oが描いてある）

大問III　超音波ドップラー法と動脈の壁

次の文章を読み，［ア］から［ク］の空欄には適切な文字式を答え，Aは解答欄の選択肢から適切なものを選び丸で囲み答えよ。

超音波ドップラー法は，血液の流れだけでなく，血管の壁そのものの動きを調べるのにも使われる。動脈の壁は，内膜，筋肉の層（中膜），外膜で構成され，拍動にあわせて内腔が広がったり狭まったりする。壁をつくる組織の体積は常に一定と考えられるので，内腔が広がると壁は薄くなり，狭まると壁は厚くなる。この厚さの変化率を，超音波で測る方法を考えてみよう。

図は，動脈の断面の一部を模式的に表したものである。内腔の中心を点 C，点 C から体表に向かって引いた垂線を x 軸とする。壁の内腔側の面（内面）と x 軸との交点を点 I，体表側の面（外面）と x 軸との交点を点 O，体表と x 軸との交点を点 P とする。簡単に考えるため，固定された点 C と点 P の間で，壁は一定の速さで拡張と収縮を繰り返すとする。



（動脈の断面の一部）

振動数 f_0 の超音波を発生させる発振器（音源）と受信器を，点 P に置き，点 C に向かって超音波を発信し，内面で1回反射した超音波と外面で1回反射した超音波を受信器でそれぞれ検出する。超音波を発信した時刻を 0，体内での超音波の速さを V_0 とする。

内腔が収縮するとき，壁は体表（A　に近づく　・　から遠ざかる）。このとき点 I の速さを v_1 とすると，点 I に到達する超音波の振動数（点 I で観測する超音波の振動数）は［ア］と与えられる。よって，受信器で検出される超音波の振動数は［イ］となる。受信器で検出された超音波の振動数が f_1 ならば，v_1 は［ウ］と求まる。同様に，点 O で反射し，受信器で検出した超音波の振動数が f_2 ならば，点 O の速さ v_2 は［エ］と求まる。

内腔の収縮と拡張は一定の周期で繰り返される。この周期を T とすると，内腔が最も拡張した状態から最も収縮した状態になるのに要する時間は［オ］となる。よって，このとき壁の厚さは［カ］だけ変化することになる。

V_0 は v_1 や v_2 よりもじゅうぶん大きい。よって，内腔が最も拡張した時，点 I で反射した超音波を受信器で検出した時刻を t_1，点 O で反射した超音波を検出した時刻を t_2 とすると，壁の厚さは［キ］と与えられる。よって，壁の厚さの変化率は［ク］として求められる。

空欄ア〜ク・A　［ア］から［ク］の空欄に入る最も適した文字式を答え，A は選択肢から選べ。（$f_0,\ f_1,\ f_2,\ V_0,\ v_1,\ v_2,\ T,\ t_1,\ t_2$ のうち必要なものを用いてよい）

大問IV　宇宙核時計（サマリウム147）

数千万年から数百億年の長い半減期を持つ放射性同位体は宇宙核時計と呼ばれる。サマリウムには複数の同位体が存在するが，サマリウム147（$^{147}_{62}\mathrm{Sm}$）は1060億年の半減期を持つ放射性同位体で，宇宙核時計として利用することができる。サマリウム147は α 崩壊し，α 線を放出しながら安定同位体であるネオジムXになる。地球を含む太陽系の年齢は，隕石を構成する鉱物に含まれるネオジムの個数から推定することができる。以下の問に答えよ。

問1　サマリウム147が α 崩壊してできるネオジムXの原子番号と質量数をそれぞれ答えよ。

サマリウム147の崩壊が始まった時刻を 0，現在の時刻を t とする。時刻 t のとき，ある鉱物の中に半減期が T であるサマリウム147が n 個存在している。

問2　時刻0でのサマリウム147の個数を答えよ。途中の考え方も記せ。

問3　時刻 t までにサマリウム147の α 崩壊により新たにできたネオジムXの個数を答えよ。

時刻0のとき鉱物にはネオジムXが N_X 個存在していたとする。

問4　時刻 t のとき鉱物に含まれるネオジムXの個数 N_T を N_X と n を用いて表せ。

ネオジムにはネオジムX以外に，安定同位体ネオジムYが存在する。鉱物中の n や N_T を測定することは難しいが，崩壊しないネオジムYの個数 N_Y に対する比である n/N_Y や $N_\mathrm{T}/N_\mathrm{Y}$ は精度よく測定することができる。

太陽系が生まれたときに形成された隕石を構成する複数の鉱物について，横軸に n/N_Y，縦軸に $N_\mathrm{T}/N_\mathrm{Y}$ を取ったグラフを作成したところ，傾きが 0.030 の直線が得られた。

問5　地球（太陽系）の年齢を，有効数字2桁で答えよ。途中の考え方も記せ。必要があれば，$\log_{10}2 = 0.301$，$\log_{10}103 = 2.0128$ を用いてもよい。

終