２０２５年度　私大医学部入試

２０２５年１月２５日　実施

関西医科大学

医学部　一般　**物 理**

（制限時間　理科２科１２０分）

解答速報

医学部専門予備校 D組

解　　答

第１問

問１　$0.02\,\mathrm{s}$

問２　２打点目まで：$0.50\,\mathrm{m/s}$，８打点目まで：$1.1\,\mathrm{m/s}$

問３　グラフの傾きが$1.52\,\mathrm{cm}/(区間)^2$であるから，

$$\frac{1.52\,\mathrm{cm}/(区間)^2}{\{0.04\,\mathrm{s}/(区間)\}^2}=9.5\,\mathrm{m/s^2}$$

問４　２打点目が落下から$0.04\,\mathrm{s}$後，８打点目が落下から$0.16\,\mathrm{s}$後であり加速度が$9.5\,\mathrm{m/s}$であることを利用して，

２打点目：$9.5\,\mathrm{m/s^2}\cdot 0.04\,\mathrm{s}=0.38\,\mathrm{m/s}$

８打点目：$9.5\,\mathrm{m/s^2}\cdot 0.16\,\mathrm{s}=1.5\,\mathrm{m/s}$

※　実験データをどこまで利用して解答を求めているのか，題意が測りかねるため，等加速度運動の式によって求めた。

問５　テープと記録タイマー間に生じる摩擦力（１８字）

おもりとテープが受ける空気抵抗（１５字）

第２問

問１　大きさ：qBv，向き：x軸負の向き

（円軌道の中心がx軸上にあるとは明言されていないため，厳密には磁場から受ける力の向きはx軸負の向きと定まらないが，図２の軌道から判断した）

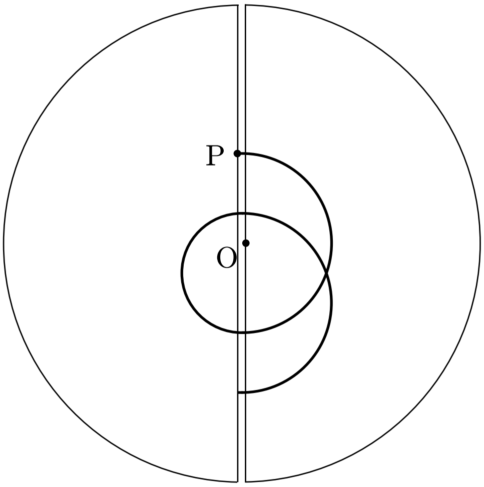
問２　半径：$\dfrac{mv}{qB}$，周期：$\dfrac{2\pi m}{qB}$

問３　粒子がD_1，D_2内を等速円運動する時間は一定で$\dfrac{\pi m}{qB}$である。時間$\dfrac{\pi m}{qB}$ごとにD_1，D_2間で加速されるためには，電極間の電圧の周期はこの時間の半整数分の1倍でなければならない。よって，高周波電源の反転周期はkを正の整数として，$\dfrac{1}{2k-1}\dfrac{\pi m}{qB}$と

表される時間でなければならない。

問４　$\dfrac{m}{2qV}\left\{\left(\dfrac{qBr}{m}\right)^2-v^2\right\}$

問５



第３問

A：に近づく　　ア：$\dfrac{V_0+v_1}{V_0}f_0$　イ：$\dfrac{V_0+v_1}{V_0-v_1}f_0$　ウ：$\dfrac{f_1-f_0}{f_0+f_1}V_0$　エ：$\dfrac{f_2-f_0}{f_0+f_2}V_0$

オ：$\dfrac{T}{2}$　カ：$\dfrac{(v_1-v_2)T}{2}$ $\left[=\left(\dfrac{f_1-f_0}{f_0+f_1}-\dfrac{f_2-f_0}{f_0+f_2}\right)\dfrac{V_0T}{2}\right]$　　キ：$\dfrac{V_0(t_1-t_2)}{2}$

ク：$\dfrac{(v_1-v_2)T}{V_0(t_1-t_2)}\left[\fallingdotseq\dfrac{(f_1-f_2)T}{2f_0(t_1-t_2)}\right]$

※　クは「V_0 は v_1 や v_2 よりじゅうぶん大きい」とあることから，近似をすると[ ]表記になる。

第４問

問１　原子番号：72，質量数：176

問２　時刻0にあったルテチウム176の個数を n_0 とすると，

$$n_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}=n \qquad \therefore \quad n_0=2^{\frac{t}{T}}\cdot n$$

問３　$\left(2^{\frac{t}{T}}-1\right)n$

問４　$N_{\mathrm{T}}=N_{\mathrm{X}}+\left(2^{\frac{t}{T}}-1\right)n$

問5 問4の結果をN_{Y}で割ると，

$$\frac{N_{\mathrm{T}}}{N_{\mathrm{Y}}}=\frac{N_{\mathrm{X}}}{N_{\mathrm{Y}}}+\left(2^{\frac{t}{T}}-1\right)\frac{n}{N_{\mathrm{Y}}}$$

となる。これより，横軸にn/N_{Y}，縦軸に$\mathrm{N_T}/N_{\mathrm{Y}}$をとったグラフにおいて，その傾きは$2^{\frac{t}{T}}-1$である。よって，

$$2^{\frac{t}{T}}-1=0.09$$

$$\therefore\quad t=\frac{\log_{10}1.09}{\log_{10}2}T=\frac{\log_{10}109-2}{\log_{10}2}T=\frac{0.04}{0.301}\times 372\,\text{億年}=4.9\times 10\,\text{億年}$$

（$\log_{10}109-2=0.04$の計算で桁落ちが発生して有効数字が1桁になっているため，得られた結果も有効数字1桁になるが，問題の指定にしたがって有効数字2桁の解答とした）

解　説

第１問

問１　1秒間に50回打点するのだから，打点の時間間隔は，

$$\frac{1}{50\,/\mathrm{s}}=0.02\,\mathrm{s}$$

問２　2打点目までの平均の速さは，

$$\frac{2.0\,\mathrm{cm}}{2\cdot 0.02\,\mathrm{s}}=0.50\,\mathrm{m/s}$$

8打点目までの平均の速さは，

$$\frac{17.1\,\mathrm{cm}}{8\cdot 0.02\,\mathrm{s}}=1.1\,\mathrm{m/s}$$

問３～問５　解答の通り。

第２問

問１　初めてx軸上に到達する瞬間までに，荷電粒子は電極間で1回加速されているため，初めてx軸上に到達する瞬間の速さをv_1とすると，運動エネルギーと仕事の関係から，

$$\frac{1}{2}mv_1{}^2=\frac{1}{2}mv^2+qV\qquad\therefore\quad v_1=\sqrt{v^2+\frac{2qV}{m}}$$

である。よって，このとき荷電粒子が磁場から受ける力の大きさは

$$qv_1B=qB\sqrt{v^2+\frac{2qV}{m}}$$

である。この力の向きは円軌道の中心へ向かう向きである。図２より，円軌道の中心は原点Oであると思われるので，力の向きはx軸負の向き。

問２　最初のD_2内の運動について，円軌道の半径をr_1，円運動の周期をT_1とする。等速荷電粒子の円運動の方程式より，

$$m\frac{v_1{}^2}{r_1}=qv_1B\qquad\therefore\quad r_1=\frac{mv_1}{qB}=\frac{m}{qB}\sqrt{v^2+\frac{2qV}{m}}$$

である。また，

$$T_1=\frac{2\pi r_1}{v_1}=\frac{2\pi m}{qB}$$

となり，円運動の周期は電極内の荷電粒子の速さによらないことがわかる。

問３，４　解答の通り。

問５　荷電粒子は電極間の隙間を通るたびに加速と減速を繰り返す。直流電源の起電力を V_0 とすると，D_1 内での速さは v，D_2 内での速さは $\sqrt{v^2 + \dfrac{2qV_0}{m}}$ であるから，D_1，D_2 内における円軌道の半径を比べると D_2 内の円軌道の半径のほうが大きい。このことに注意して図を描けば解答のようになる。

第３問

内腔拡張時に心筋層は体表$\underbrace{\text{に近づく}}_{\text{A}}$。点 I に達する超音波を点 I とともに運動する観測者から見ると，その振動数は $\underbrace{\dfrac{V_0 + v_1}{V_0} f_0}_{\text{ア}}$ である。点 I で反射は，速さ v_1 で動く振動数 $\dfrac{V_0 + v_1}{V_0} f_0$ の音源から出た音とみなせるため，点 P に静止した受信器で検出される超音波の振動数 f_1 は,

$$f_1 = \frac{V_0}{V_0 - v_1} \cdot \frac{V_0 + v_1}{V_0} f_0 = \underbrace{\frac{V_0 + v_1}{V_0 - v_1} f_0}_{\text{イ}}$$

である。これを v_1 について解けば,

$$v_1 = \underbrace{\frac{f_1 - f_0}{f_0 + f_1} V_0}_{\text{ウ}}$$

を得る。点 O で反射された超音波については，f_1 を f_2，v_1 を v_2 で置き換えて,

$$v_2 = \underbrace{\frac{f_2 - f_0}{f_0 + f_2} V_0}_{\text{エ}}$$

となる。

内腔の振動の周期が T であることから，内腔が最も収縮した状態から最も拡張した状態になるのにかかる時間は振動の半周期の $\underbrace{\dfrac{T}{2}}_{\text{オ}}$ である。心筋層の内面，外面はそれぞれ速さ v_1，v_2 で体表に近づいている。心筋層の体積が常に一定に保たれることから，$v_1 > v_2$ である。したがって，この $\dfrac{T}{2}$ 間における心筋層の厚さの変化の大きさは，$\underbrace{\dfrac{(v_1 - v_2)T}{2}}_{\text{カ}}$ である。ウ，エの結果を代入すれば,

$$\frac{(v_1 - v_2)T}{2} = \underbrace{\left(\frac{f_1 - f_0}{f_0 + f_1} - \frac{f_2 - f_0}{f_0 + f_2}\right)\frac{V_0 T}{2}}_{\text{カ}}$$

※ 問題文で，周期Tの「単振動」と表現されているが，単振動は時刻の関数として正弦波で表される振動を指すため，「心筋は一定の速さで収縮と拡張を繰り返す」というモデルと矛盾する。ここでは，単に周期Tの等速の「振動」であると解釈して解答した。

t_1，t_2は，それぞれ音波がP→I→P，P→O→Pと往復するのにかかる時間であるから，心筋層の厚さは，$\dfrac{V_0t_1-V_0t_2}{2}=\underbrace{\dfrac{V_0(t_1-t_2)}{2}}_{キ}$である。よって，心筋層の厚さの変化率は，

$$\frac{\dfrac{(v_1-v_2)T}{2}}{\dfrac{V_0(t_1-t_2)}{2}}=\underbrace{\frac{(v_1-v_2)T}{V_0(t_1-t_2)}}_{ク}$$

と書ける。ここで，v_1，$v_2\ll V_0$より，f_1-f_0，$f_2-f_0\ll f_0$であるから，

$$v_1-v_2=\left(\frac{f_1-f_0}{f_0+f_1}-\frac{f_2-f_0}{f_0+f_2}\right)V_0\fallingdotseq\left(\frac{f_1-f_0}{2f_0}-\frac{f_2-f_0}{2f_0}\right)V_0\fallingdotseq\frac{f_1-f_2}{2f_0}V_0$$

と近似できる。これを用いて心筋の厚さの変化率を近似すると，

$$\frac{(v_1-v_2)T}{V_0(t_1-t_2)}\fallingdotseq\frac{f_1-f_2}{2f_0}V_0\cdot\frac{T}{V_0(t_1-t_2)}=\underbrace{\frac{(f_1-f_2)T}{2f_0(t_1-t_2)}}_{キ}$$

となる。

第４問

問１ β崩壊では，次のように質量数は変わらず原子番号が1増加する。

$${}^{176}_{71}\mathrm{Lu}\rightarrow{}^{176}_{72}\mathrm{Hf}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}+{}^{0}_{0}\overline{\nu_e}$$

（ハフニウムの元素記号はHf。$\overline{\nu_e}$は反電子ニュートリノ。）

問２ 解答の通り。

問３ 1個の${}^{176}_{71}\mathrm{Lu}$から1個の${}^{176}_{72}\mathrm{Hf}$が生じるため，新たにできた${}^{176}_{72}\mathrm{Hf}$の個数は${}^{176}_{71}\mathrm{Lu}$の減少量に等しい。よって，新たにできた${}^{176}_{72}\mathrm{Hf}$の個数は，

$$2^{\frac{t}{T}}n-n=\left(2^{\frac{t}{T}}-1\right)n$$

問４ 時刻0における${}^{176}_{72}\mathrm{Hf}$の個数がN_X個，新たにできた${}^{176}_{72}\mathrm{Hf}$の個数が$\left(2^{\frac{t}{T}}-1\right)n$であるから，時刻$t$における${}^{176}_{72}\mathrm{Hf}$の個数$N_\mathrm{T}$は，

$$N_\mathrm{T}=N_\mathrm{X}+\left(2^{\frac{t}{T}}-1\right)n$$

問５ 解答の通り。