

東京医科大学 物理

2024年 2月7日実施

【解答】

- 第1問 ③ ⑤ ⑩ ④ ⑧ ⑨
- 第2問 ⑤ ⑧ ③
- 第3問 ⑦ ⑪ ⑦ ⑩ ⑮ ⑩
- 第4問 ① ③ ⑬ ⑫ ⑥ ⑥
- 第5問 ③ ⑨
- 第6問 ⑪ ⑪ ⑦ ①

【講評】

第1問 可動三角台上の物体

典型問題ではあるものの、答えを出すのに時間がかかる。

第2問 共振とおもりの振り子運動

誘導が少ないという意味でやや難。

第3問 磁場中を運動するコイル

前半は典型問題だが、コンデンサーが絡む後半は正答率が低いであろう。

第4問 コンデンサーへの誘電体の挿入 **「東医最終講座」が的中！**

典型問題だが、数値と文字をうまく処理できるかが問われる。

第5問 半減期 **「東医最終講座」と『東医入試予想』が的中！**

題意から立式できたかどうか。さらに数値計算も重い。

第6問 ピストンと気体

問2以降は、方針が立てられなかった受験生が少なくないだろう。

【総評】

テーマ自体は典型的なものがほとんどだが、誘導が少なかったり試験時間に対する計算量が膨大であったりと、昨年同様に高得点を取るのは困難なセットであった。問題の取捨選択が得点を左右したと思われる。

合格ラインは読みづらいが、昨年と同様と考えれば、正規合格ラインが「合計6割」程度、1次通過ラインが「合計5割」程度か。

第 1 問

問 1・2

地面から見た観測者から見た台車の水平方向の運動方程式： $MA = R \sin \theta$
 地面から見た観測者から見た台車の鉛直方向の力のつり合い： $N = Mg + R \cos \theta$
 台上の観測者から見た小物体の斜面垂直方向の力のつり合い： $R + mA \sin \theta = mg \cos \theta$
 以上より、 R 、 N 、 A について解く

問 3

地面から見た観測者から、小物体に運動方程式を立てる

$$\text{水平方向：} ma_x = R \sin \theta$$

$$\text{鉛直方向：} ma_y = R \cos \theta - mg$$

に R を代入して、 a_x 、 a_y を求める。

よって、 $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ に代入する

問 4

小物体の鉛直方向に対して： $-h = \frac{1}{2}a_y t^2$ から t を出し、

台車に対して： $V = At$

に代入する。

問 5

運動量保存則より $ML - mx = 0$

束縛条件より $\tan \theta = \frac{h}{L+x}$

2式より、 x 消去して L について解く。

※もしくは、2物体の変位の距離は、2物体の質量の逆比になることを用いると素早く解ける

第2問

問1 $v = f\lambda$ に, $v = \sqrt{\frac{mg}{\rho}}$, $\lambda = 2L$ を代入する

問2

θ の位置に来たの向心方向の方程式: $m \frac{v^2}{R} = T - mg \cos \theta$

エネルギー保存則: $-mgR \cos \theta_0 = \frac{1}{2}mv^2 + (-mgR \cos \theta)$

2式より, $T = mg(3 \cos \theta - 2 \cos \theta_0)$

問1と同様にして, $f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{mg(3 \cos \theta - 2 \cos \theta_0)}{\rho}}$

これと問1を連立する。

問3 問2より

$$\theta = 0 \text{ のとき } \frac{f_{\text{Max}}}{f_0} = \sqrt{3 - 2 \cos \theta_0}$$

$$\theta = \theta_0 \text{ のとき } \frac{f_{\text{min}}}{f_0} = \sqrt{\cos \theta_0}$$

2式より

$$\frac{f_{\text{Max}}}{f_{\text{min}}} = \frac{3}{3.21} \text{ これが, } 1.10 \text{ となるので, } \cos \theta_0 = 0.934$$

第3問

問1 誘導起電力の大きさは一定なので、電流の大きさは一定となる。
レンツの法則より、電流の方向に注意する

$$\text{問2 } F = IBL_1 = \frac{vBL_1}{R} \times BL_1 = \frac{vB^2L_1^2}{R}$$

問3 コイルが磁場の中に入る時と、出る時のそれぞれの仕事が

$$W_1 = |F| \times L_2 = \frac{L_1^2L_2vB^2}{R}$$

なので、これを合わせて

$$W = W_1 + W_1 = \frac{2L_1^2L_2vB^2}{R}$$

問4 電池と誘導起電力の方向は同じ方向なので、これらを合わせて回路の起電力は

$$V = vBL_1 + E$$

なので、

$$P = \frac{V^2}{R}$$

に V を代入する

問5

- 電流： コイルが磁場から入る時、出るときに誘導起電力によって電流が流れる。
コイルに誘導起電力が生じていないときはコンデンサーからの放電によって電流が流れる。
以上のことから、コンデンサーが繋がれているときの電流はなめらかに 0 に収束すること、レンツの法則で電流の方向を考えてグラフを選ぶ。
- 力： コイルが磁場から入る時、流れる電流によって IBL_1 の力を受けるが、コンデンサーの放電しているときは、左右から逆向き IBL_1 が生じるので、外力は 0 となる。

第4問

誘電体が x 挿入されているときのコンデンサーの電気容量を C とすると

$$\begin{aligned} C &= \frac{\epsilon_0 a(a-x)}{d} + \frac{\epsilon_r \epsilon_0 a x}{d} \\ &= \frac{\epsilon_0 a}{d} \{(\epsilon_r - 1)x + a\} \\ &= \frac{\epsilon_0 a}{d} \{6x + a\} \end{aligned}$$

となる。

問1 $x = \frac{2}{3}a$ なので $C_0 = 5\epsilon_0$

問2 コンデンサーに蓄えられている電気量 Q は $Q = 7\epsilon_0 V$ だから、 $Q = C_0 V_0$ として

$$7\epsilon_0 V = 5\epsilon_0 V_0 \quad \therefore V_0 = 1.4V$$

問3 $U_0 = \frac{1}{2} C_0 V_0^2 = 4.9\epsilon_0 V^2$

問4 コンデンサーの電気容量の変化 ΔC は

$$\Delta C = 6 \frac{\epsilon_0 a}{d} \Delta x = 60\epsilon_0 \Delta x$$

よって、電気量の変化 ΔQ は $\Delta Q = \Delta C V = 60\Delta x \epsilon_0 V$

問5 $\Delta U = \frac{1}{2} \Delta C V^2 = 30\Delta x \epsilon_0 V^2$

問6 仕事とエネルギーの関係より

$$\Delta Q V + (-F \Delta x) = \Delta U$$

$$\therefore F = \frac{\Delta Q V - \Delta U}{\Delta x} = 30\epsilon V^2 \text{ [N]}$$

第5問

問1

$$\frac{N_{\text{Pb}}}{N_{\text{U}}} = \frac{\frac{0.047}{206}}{\frac{0.097}{238}} = 0.500$$

問2 半減期の公式を用いて

$$\frac{N_{\text{Pb}}}{N_{\text{U}}} = \frac{N_0 - N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}}{N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}} = 2^{\frac{t}{T}} - 1$$

これが問1の値と等しいとすると

$$2^{\frac{t}{T}} = \frac{3}{2}$$

これを t について解く

第6問

問1 ポアソンの式 $pV^\gamma = \text{一定} \Leftrightarrow \frac{pV}{T} V^\gamma = \text{一定} \Leftrightarrow TV^{\gamma-1} = \text{一定}$

問2 容器A内の気体についてポアソンの式 $TV^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1}$ ①

容器B内の気体についてポアソンの式 $T(2V)^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}$ ②

容器A内の気体と容器B内の気体の体積 $V_A + V_B = 3V$ ③

ピストンについての力のつりあいから、容器A内の気体と容器B内の気体は圧力が共通ゆえ $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$ ④

「①÷②」に③と④を代入して V_A が求まる。

問3 「①÷②」に V_A を代入して V_B が求まる。

問4 ①と②にそれぞれ V_A と V_B を代入して T_A と T_B が求まる。

昭和大学医学部[Ⅱ期]模試2.21(水)

科目 英/数/化/生/物 申込締切 2月18日(日) 20:00

会場 東京/大阪/福岡

締切間近

聖マリアンナ医科大学[後期]模試2.23(金)

科目 英/数/化/生/物 申込締切 2月20日(火) 20:00

会場 東京/大阪/福岡

締切間近

対象 高3生・高卒生対象

料金 6,600円(税別)



※内容は変更になる場合がございます。最新の情報はホームページよりご確認ください。↗

医大別直前講習会

後期・Ⅱ期

- 獨協医科大学
- 聖マリアンナ医科大学
- 日本大学
- 埼玉医科大学
- 昭和大学
- 日本医科大学

受付中



◆各講座の時間割・受講料・会場についてはHPでご確認ください。↗

本解答速報の内容に関するお問合せは



医学部専門予備校

YMS

heart of medicine
☎ 03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>
東京都渋谷区代々木1-37-14

医学部進学予備校

メビオ

☎ 0120-146-156
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校

英進館メビオ 福岡校

☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録



LINE 登録

