

## 近畿大学医学部(前期) 物理

2023年 1月 29日実施

I

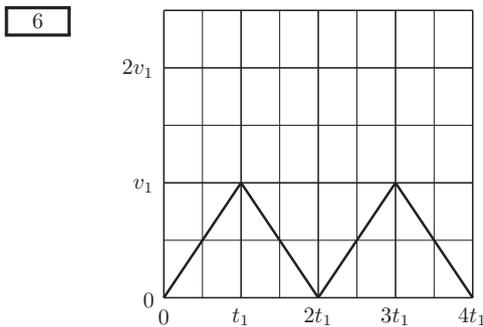
1  $d \sin \theta$

2  $\frac{1}{2} g \sin \theta$

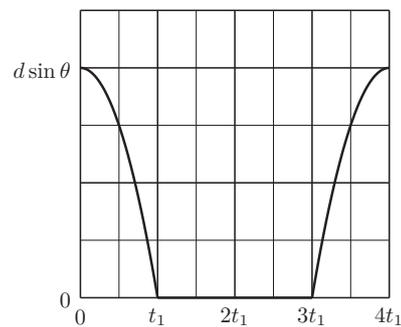
3  $2\sqrt{\frac{d}{g \sin \theta}}$

4  $\sqrt{gd \sin \theta}$

5  $d \sin \theta - \frac{1}{4} g t^2 \sin^2 \theta$



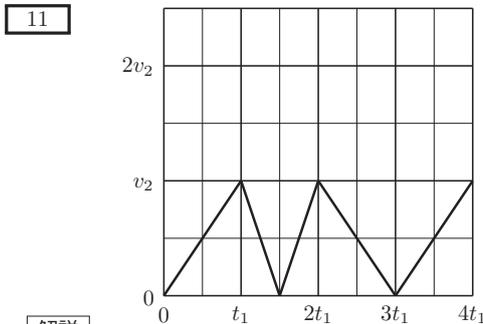
7



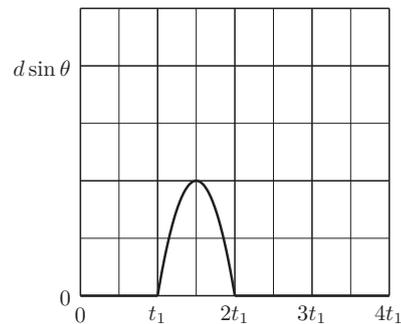
8  $\sqrt{\frac{6d}{g \sin \theta}}$

9  $\sqrt{\frac{2}{3} g d \sin \theta}$

10  $\frac{1}{2} d \sin \theta$



12



解説

1 斜面に沿って  $d$  だけ上がった位置にあるので、 $t = 0$  における A の高さは、 $d \sin \theta$

2 求める加速度の大きさを  $a_1$ 、ひもの張力の大きさを  $T_1$  とすると、A、B の運動方程式はそれぞれ

$$A: ma_1 = mg \sin \theta - T_1, \quad B: ma_1 = T_1$$

2 式を解いて、 $a_1 = \frac{1}{2} g \sin \theta$

3 等加速度運動の式より、 $d = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \therefore t_1 = \sqrt{\frac{2d}{a_1}} = 2\sqrt{\frac{d}{g \sin \theta}}$

4 等加速度運動の式より、 $v_1 = a_1 t_1 = \sqrt{gd \sin \theta}$

<< 模試・講座のご案内 >>

### 受験相談会・後期模試・攻略講座を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

5 時刻  $t$  ( $0 \leq t \leq t_1$ ) における A の変位は  $\frac{1}{2}at^2$  であるから、求める高さは、

$$\left(d - \frac{1}{2}at^2\right) \sin \theta = d \sin \theta - \frac{1}{4}gt^2 \sin^2 \theta$$

6 前頁の図

注釈

時刻  $t_1$  における A, B の速さは  $v_1$  であり,  $t_1 \leq t \leq 3t_1$  における運動方程式は, [2] の 2 式を A, B で入れ替えたものになる. よって, 加速度 ( $v-t$  グラフの傾き) の大きさは  $0 \leq t \leq t_1$  の場合と同じになる. また, 時刻  $3t_1$  における A, B の速さは  $v_1$  であり,  $3t_1 \leq t \leq 4t_1$  における運動方程式は, [2] の 2 式と同じである. よって, 加速度 ( $v-t$  グラフの傾き) の大きさは  $0 \leq t \leq t_1$  の場合と同じになる.

7 前頁の図

注釈

[5] の結果より,  $0 \leq t \leq t_1$  におけるグラフは上凸の 2 次関数となる.

8 加速度の大きさを  $a_2$ , ひもの張力の大きさを  $T_2$  とすると, A, B の運動方程式はそれぞれ

$$A: ma_2 = mg \sin \theta - T_2, \quad B: 2ma_2 = T_2$$

$$2 \text{ 式を解いて, } a_2 = \frac{1}{3}g \sin \theta$$

$$\text{等加速度運動の式より, } d = \frac{1}{2}a_2t_2^2 \quad \therefore t_2 = \sqrt{\frac{2d}{a_2}} = \sqrt{\frac{6d}{g \sin \theta}}$$

9 等加速度運動の式より,  $v_2 = a_2t_2 = \sqrt{\frac{2}{3}gd \sin \theta}$

10 求める高さを  $h_B$  とすると, 力学的エネルギー保存則より,  $mgd \sin \theta = 2mgh_B \quad \therefore h_B = \frac{1}{2}d \sin \theta$

11 前頁の図

注釈

B が斜面上にあるときの加速度の大きさを  $b$ , ひもの張力の大きさを  $S$  とすると, A, B の運動方程式はそれぞれ

$$A: mb = S, \quad B: 2mb = 2mg \sin \theta - S$$

2 式を解くと,  $b = \frac{2}{3}g \sin \theta = 2a_2$  となるので,  $v-t$  グラフの傾きの大きさは  $0 \leq t \leq t_2$  の場合の 2 倍になる.

12 前頁の図

## II

1  $\frac{C_2}{C_1 + C_2} V$

2  $V$

3  $\frac{2C_1C_2}{C_1 + C_2} V$

4  $\frac{2C_1C_2^2}{(C_1 + C_2)^2} V$

5  $\frac{2C_1C_2^3}{(C_1 + C_2)^3} V$

6  $2C_1V \left( \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right)^n$

7  $2C_2V \left\{ 1 - \left( \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right)^n \right\}$

8  $2V$

解説

1 コンデンサー 1 と 2 の極板間電圧の和が  $V$ ，比が  $C_2 : C_1$  となることより， $\frac{C_2}{C_1 + C_2} V$

3 コンデンサー 1, 2 の上側の極板の電荷をそれぞれ  $q_1, Q_1$  とおくと，

$$q_1 + Q_1 = C_1V, V + \frac{q_1}{C_1} - \frac{Q_1}{C_2} = 0$$

が成り立つ．これを  $Q_1$  について解くと  $Q_1 = \frac{2C_1C_2}{C_1 + C_2} V$

4 コンデンサー 1, 2 の上側の極板の電荷をそれぞれ  $q_2, Q_2$  とおくと，

$$q_2 + Q_2 = C_1V + \frac{2C_1C_2}{C_1 + C_2} V, V + \frac{q_2}{C_1} - \frac{Q_2}{C_2} = 0$$

が成り立つ．これを  $Q_2$  について解くと  $Q_2 = \frac{2C_1C_2(C_1 + 2C_2)V}{(C_1 + C_2)^2}$  が成り立つ．よって  $Q_2 - Q_1 = \frac{2C_1C_2^2V}{(C_1 + C_2)^2}$

5 4 と同様にして  $\frac{2C_1C_2^3V}{(C_1 + C_2)^3}$

6 3 4 5 から類推して  $\Delta Q_n = 2C_1V \left( \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right)^n$

7  $\Delta Q_i$  は等比数列をなすことに注意する． $Q_n = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 + \dots + \Delta Q_n$  であるから，等比数列の和の公式を用いると

$$Q_n = 2C_2V \left\{ 1 - \left( \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right)^n \right\}$$

8 7 で得られた式の  $n$  を十分大きくすると， $\frac{C_2}{C_1 + C_2} < 1$  であるため， $2C_2V$  に近づく．したがって，電圧は  $2V$  に近づく．

注釈

等比数列の和は，初項を  $a$ ，公比を  $r$  ( $\neq 1$ )，項数を  $n$  として  $a \cdot \frac{1 - r^n}{1 - r}$  となる．

漸化式  $q_{n+1} + Q_{n+1} = C_1V + Q_n$ ， $V + \frac{q_{n+1}}{C_1} - \frac{Q_{n+1}}{C_2} = 0$  を解いて先に 7 を求めると，3 以降を素早く解くことができる．また電荷ではなく電位を変数として漸化式を立てて解いてもよい．

III

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



3 電子

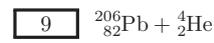
4  $R_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$

5  $-T \log_2 \left(\frac{R}{R_0}\right)$

6  $1.3 \times 10^4$

7  $\frac{a}{T} N_0$

8  $\frac{a}{T} \cdot \frac{m}{M} N_A$



10  $2.0 \times 10^{-3}$

解説

2 核反応式では両辺の質量数の和と原子番号の和がそれぞれ等しい。したがって  ${}^1_1\text{H}$  が生成するとわかる。

3  $\beta$  崩壊では電子が放出される。

4  $R = R_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \dots \textcircled{1}$  となる。

5 ①式を以下のように、変形すればよい。

$$\frac{R}{R_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

$$\log_2 \left(\frac{R}{R_0}\right) = \log_2 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = -\frac{t}{T} \quad \therefore t = -T \log_2 \left(\frac{R}{R_0}\right) \dots \textcircled{2}$$

6 ②式に  $\frac{R}{R_0} = 2.0 \times 10^{-1}$  を代入して以下のように計算する。

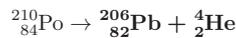
$$\begin{aligned} t &= -5.7 \times 10^3 \text{ [年]} \cdot \log_2(2.0 \times 10^{-1}) \\ &= -5.7 \times 10^3 \cdot \log_2\left(\frac{1}{5}\right) \\ &= 5.7 \times 10^3 \cdot 2.3 = 13.11 \times 10^3 \doteq \mathbf{1.3 \times 10^4 \text{ 年}} \end{aligned}$$

7 題意より放射能の強さ  $I$ ，すなわち 1 秒間に崩壊する原子核の個数は以下のように計算できる。

$$I = N_0 - N(t=1) = N_0 - N_0 \left(-a \frac{1}{T} + 1\right) = \frac{a}{T} N_0 \dots \textcircled{3}$$

8 分子量が  $M$  なので  $M : m = N_A : N_0$  より  $N_0 = \frac{m}{M} N_A$  を③式に代入すると  $I = \frac{a}{T} \cdot \frac{m}{M} N_A \dots \textcircled{4}$

9  $\alpha$  崩壊では  ${}^4_2\text{He}$  の原子核が放出される。核反応式では両辺の質量数の和と原子番号の和がそれぞれ等しいことと合わせて、



とわかる。

10 ④式を  $m$  について解くと

$$m = \frac{TM}{N_A a} \cdot I = \frac{1.2 \times 10^7 \text{ [s]} \cdot 210 \text{ [g/mol]}}{6.0 \times 10^{23} \text{ [1/mol]} \cdot 0.69} \cdot 3.3 \times 10^{11} \text{ [Bq]} = 200 \dots \times 10^{-5} \doteq \mathbf{2.0 \times 10^{-3} \text{ g}}$$

講評

I [力学：定滑車で結ばれた斜面上を滑る2物体の運動] (標準)

運動方程式、 $v-t$  グラフ、 $x-t$  グラフの問題。A または B が斜面上にあるときで場合分けをして考える必要がある。グラフの描図があるため多少時間はかかるができれば完答したい。

II [電磁気：コンデンサーの接続] (標準)

スイッチの切り替えによるコンデンサーの接続の問題。後半は漸化式を扱う必要があるが、文字が多いため計算ミスに注意する必要がある。できれば、(2) の最初から漸化式を利用して完答したい。

III [原子： $^{14}_6\text{C}$  による年代測定，放射能の強さ] (標準)

原子分野の問題であるが、前半は放射性炭素  $^{14}_6\text{C}$  を用いた年代測定法，後半は放射能の強さの計算問題である。どちらも標準的な内容だが、放射能の強さに関しては手薄になっていた受験者が多かっただろう。

総評

2023 年度前期の難易度は 2022 年度と同程度。問題数も 2022 年度と同じく 30 問。計算や描図などの作業が多く、時間がかかることには変わりがないが、標準的な内容が多くかなり解き易い問題が多い印象。描図など時間のかかりそうな問題は後に回し、効率的に計算をすればかなりの高得点が狙える。大問 I は 8 割、大問 II は 6 割、大問 III は 6 割弱程度は解答したい。目標は 65%。

**メルマガ無料登録で全教科配信！** 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

 医学部進学予備校 ☎0120-146-156 <a href="https://www.mebio.co.jp/">https://www.mebio.co.jp/</a>	 医学部専門予備校 heart of medicine ☎03-3370-0410 <a href="https://yms.ne.jp/">https://yms.ne.jp/</a>	 医学部専門予備校 英進館メビオ福岡校 ☎0120-192-215 <a href="https://www.mebio-eishinkan.com/">https://www.mebio-eishinkan.com/</a>	 登録はこちらから
---	---	--	---

医学部受験相談会

医学部受験の悩みを講師が回答します (予約優先)

東京	2.1 (水)	9:00 ~ 12:00 ビジョンセンター西新宿
金沢	1.30 (月)・31 (火)	9:00 ~ 12:00 ANA クラウンプラザ金沢
名古屋	2.5 (日)	11:00 ~ 16:00 オフィスパーク名駅プレミア会議室
大阪	1.30 (月)・31 (火)	9:00 ~ 12:00 ホテルフクラシア大阪ベイ
福岡	2.2 (木)	9:00 ~ 12:00 TKPガーデンシティPREMIUM天神スカイホール
久留米	2.1 (水)	9:00 ~ 12:00 久留米ホテルエスプリ

関西医科大学 後期模試

大阪・福岡会場 2.22 (水) 9:30 ~ 16:05  
エル・おおさか 英進館メビオ校舎

関西医科大学 後期攻略講座

大阪会場 2.20 (月)・3.2 (木) 9:30 ~ 17:15  
医学部進学予備校メビオ校舎

近畿大学 医学部 後期攻略講座

大阪会場 2.18 (土)・23 (木) 9:30 ~ 17:15  
医学部進学予備校メビオ校舎

詳しくは Web またはお電話で