

物 理

(解答番号 ~)

「バイオ環境学部」用問題

第1問 次の文章中の **1** ~ **7** に当てはまる適切なものを、それぞれの選択肢①~④のうちから1つずつ選びなさい。【解答番号 **1** ~ **7**】

なめらかな水平面上に質量 m_A [kg] の物体 A があり、物体 A の上面に質量 m_B [kg] ($m_A > m_B$) の物体 B が乗っている。物体 A の上面は水平で十分に長いものとし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。また、水平方向右向きを正とする。物体 A に正の向きに大きさ F_0 [N] の力を加えた。物体 A の上面と物体 B の間に摩擦がない場合を考える。このとき、水平面に対する物体 A および B の加速度はそれぞれ、**1** [m/s²]、**2** [m/s²] となる。

次に、物体 A の上面と物体 B との間の静止摩擦係数が μ 、動摩擦係数が μ' である場合を考える。このとき、物体 A に正の向きに大きさ F_1 [N] の力を加えると、物体 A と B は一体となって正の向きに動き出した。このとき、水平面に対する物体 A および B の加速度は **3** [m/s²] となる。物体 A に加える力を増していくと、大きさが F_2 [N] を超えたところで、物体 B は物体 A の上面をすべり始めた。このことから、 $\mu =$ **4** と表せる。その後、物体 A に大きさが F_2 [N] の力を加え続けると、物体 A および B の水平面に対する加速度は、それぞれ **5** [m/s²]、**6** [m/s²] となる。また、物体 A に力を加えることをやめた直後の物体 B の水平面に対する加速度は **7** [m/s²] である。

1 の選択肢

- ① 0 ② $\frac{F_0}{m_A}$ ③ $\frac{F_0}{m_A - m_B}$ ④ $\frac{F_0}{m_A + m_B}$

2 の選択肢

- ① 0 ② $\frac{F_0}{m_A}$ ③ $\frac{F_0}{m_A - m_B}$ ④ $\frac{F_0}{m_A + m_B}$

3 の選択肢

- ① 0 ② $\frac{F_1}{m_B}$ ③ $\frac{F_1}{m_A - m_B}$ ④ $\frac{F_1}{m_A + m_B}$

4 の選択肢

- ① $\frac{F_2 g}{m_A}$ ② $\frac{F_2}{(m_A + m_B) g}$ ③ $\frac{F_2}{m_B g}$ ④ $\frac{F_2 g}{m_A + m_B}$

5 の選択肢

- ① $\frac{F_2 - \mu' g}{m_A}$ ② $\frac{F_2 + \mu' g}{m_A g}$ ③ $\frac{F_2 + \mu' m_B g}{m_A g}$ ④ $\frac{F_2 - \mu' m_B g}{m_A}$

6 の選択肢

- ① g ② $\mu' g$ ③ $\frac{\mu' g}{m_B}$ ④ $\frac{\mu'(m_A + m_B) g}{m_B}$

7 の選択肢

- ① g ② $\mu' g$ ③ $-\frac{\mu' g}{m_B}$ ④ $-\mu' g$

第2問 次の文章中の **8** ~ **14** に当てはまる適切なものを、それぞれの選択肢①~④のうちから1つずつ選びなさい。【解答番号 **8** ~ **14**】

図2-1のように、なめらかな斜面 AB と、水平面となす角度が 30° で長さが h [m] のなめらかな斜面 BC が、なめらかにつながっている。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。斜面 AB 上の水平面からの高さが $2h$ [m] の位置に、質量 m [kg] の小球 P を置いて静かに手を離すと、斜面に沿ってすべって点 C から 30° の角度で飛び出し、水平面上の点 D に落下した。このとき、小球 P が点 C から飛び出す速さは **8** [m/s] であった。飛び出した後に達した最高点の水平面からの高さは **9** [m] で、最高点での運動エネルギーは **10** [J] となる。また、小球 P の落下点 D と点 C との水平方向の距離は **11** [m] であり、点 D に衝突する直前の速さは **12** [m/s] であった。小球 P は衝突後、水平面と 30° をなす方向に跳ね返った。このことから、小球 P と水平面との反発係数は **13** であり、水平面への衝突の前後で **14** [J] の力学的エネルギーが失われたことがわかる。

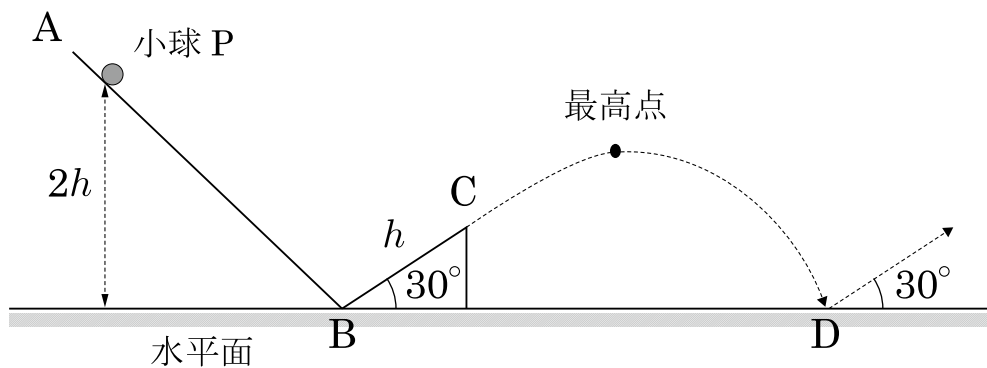


図2-1

8 の選択肢

① \sqrt{gh}

② $\sqrt{3gh}$

③ $\frac{\sqrt{6gh}}{2}$

④ $2\sqrt{gh}$

9 の選択肢

① $\frac{3}{8}h$

② $\frac{2}{3}h$

③ $\frac{3}{4}h$

④ $\frac{7}{8}h$

10 の選択肢

① $\frac{2}{3}mgh$

② $\frac{9}{8}mgh$

③ $\frac{3}{2}mgh$

④ $2mgh$

11 の選択肢

① $\frac{\sqrt{21}}{2}h$

② $3\sqrt{21}h$

③ $\frac{3(\sqrt{3} + \sqrt{7})}{4}h$

④ $\frac{\sqrt{3} + \sqrt{7}}{2}h$

12 の選択肢

① $\frac{1}{2}\sqrt{7gh}$

② $\frac{3}{2}\sqrt{gh}$

③ $2\sqrt{gh}$

④ $4\sqrt{gh}$

13 の選択肢

① $\frac{\sqrt{21}}{7}$

② $\frac{\sqrt{3}}{21}$

③ $\frac{\sqrt{3}}{7}$

④ $\frac{\sqrt{7}}{3}$

14 の選択肢

① $\frac{1}{2}mgh$

② $\frac{2}{3}mgh$

③ $\frac{4}{7}mgh$

④ $\frac{3}{2}mgh$

第3問 次の文章中の **15** ~ **21** に当てはまる適切なものを、それぞれの選択肢①~④のうちから1つずつ選びなさい。【解答番号 **15** ~ **21**】

管楽器は、管の中で気柱を振動させて音を発生させる楽器である。管内で気柱を固有振動させて定常波を発生させることで音が生じる。なお、ここでは開口端補正は考えないものとし、音の速さを $3.4 \times 10^2 \text{ m/s}$ とする。

長さ L [m] の閉管がある。この閉管で基本振動の定常波を発生させた。このとき、基本振動の波長は、**15** [m] であり、振動数は **16** [Hz] である。この基本振動から少しずつ振動数を上げていくと、次に気柱の固有振動が起こる振動数は **17** [Hz] である。

次に両端が開いた長さ L [m] の開管の場合を考える。同様に、この開管で基本振動を発生させたとき、固有振動の波長は **18** [m] であり、このときの振動数は **19** [Hz] となる。この基本振動から少しずつ振動数を上げていくと、次に気柱の固有振動が起こる振動数は **20** [Hz] である。このとき、開管内で空気の圧力(密度)が最も大きく変化する場所は **21** ケ所存在する。

15 の選択肢

① $\frac{L}{2}$

② L

③ $2L$

④ $4L$

16 の選択肢

① $\frac{85}{L}$

② $\frac{170}{L}$

③ $\frac{340}{L}$

④ $\frac{680}{L}$

17 の選択肢

① $\frac{85}{L}$

② $\frac{255}{L}$

③ $\frac{510}{L}$

④ $\frac{1020}{L}$

18 の選択肢

① $\frac{L}{2}$

② L

③ $2L$

④ $4L$

19 の選択肢

① $\frac{85}{L}$

② $\frac{170}{L}$

③ $\frac{340}{L}$

④ $\frac{680}{L}$

20 の選択肢

① $\frac{85}{L}$

② $\frac{170}{L}$

③ $\frac{340}{L}$

④ $\frac{680}{L}$

21 の選択肢

① 2

② 3

③ 4

④ 5

第4問 次の文章中の **22** ~ **28** に当てはまる適切なものを、それぞれの選択肢①~④のうちから1つずつ選びなさい。〔解答番号 **22** ~ **28** 〕

(1) 未知の抵抗値 R_x [Ω] を測定するホイートストンブリッジを考える。図4-1のように、それぞれの抵抗値が R_A [Ω] , R_B [Ω] , R_C [Ω] , R_x [Ω] の抵抗器 A, B, C, X, 検流計 G, 電池 E が接続されている。また抵抗器 C は可変抵抗器である。なお、抵抗器 A および抵抗器 B に流れる電流をそれぞれ I_A [A] , I_B [A] とする。

このホイートストンブリッジを使った R_x の決定方法について考える。スイッチ S_1 , およびスイッチ S_2 が閉じた状態で検流計 G に流れる電流が 0 A となったとき、抵抗器 C および抵抗器 X に流れる電流をそれぞれ I_C [A] , I_x [A] とすると、 **22** である。また、経路 cadc および経路 dbcd について **23** を適用すると、 **24** の関係が成り立つことが導ける。したがって、この関係を利用して、 R_A, R_B, R_C の値から R_x の値を求めることができる。

(2) 図4-2のように、長さ L [m] で太さと材質が異なる抵抗線 ab, 抵抗値 r [Ω] の抵抗器 R および未知の抵抗値 R_y [Ω] の抵抗器 Y, スイッチ S, 電池 E, 検流計 G が接続されている。スイッチ S が閉じた状態で抵抗線 ab について、ab を 1 : 4 に内分する点 c で検流計 G が 0 A を示したとき、 R_y の値は **25** [Ω] と決定できる。

(3) 内部抵抗 r [Ω] をもつ起電力 E [V] の電池に可変抵抗器が接続された回路を考える。可変抵抗器の抵抗値が R [Ω] であるとき、回路に流れる電流の値は **26** [A] であり、可変抵抗器の消費電力 P [W] は $P = \left(\frac{E}{\mathbf{27}} \right)^2$ と表せる。 P が最大となるのは、 $R = \mathbf{28}$ のときである。

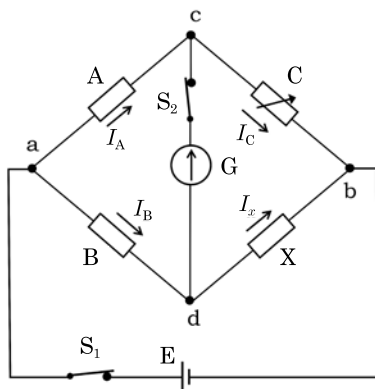


図4-1

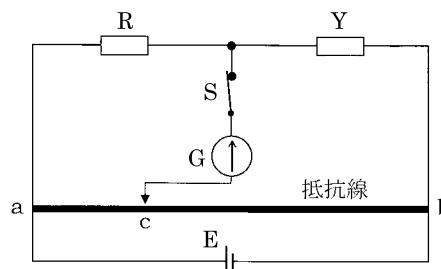


図4-2

22 の選択肢

① $I_C = I_B, I_x = I_A$

③ $I_C = I_A, I_x = I_B$

② $I_C = \frac{I_A^2}{I_B}, I_x = \frac{I_B^2}{I_A}$

④ $I_C = \frac{I_B^2}{I_A}, I_x = \frac{I_A^2}{I_B}$

23 の選択肢

① キルヒホッフの第 1 法則

③ レンツの法則

② キルヒホッフの第 2 法則

④ クーロンの法則

24 の選択肢

① $R_A = R_B R_C R_x$

③ $R_A R_C = R_B R_x$

② $R_A R_B = R_C R_x$

④ $R_A R_x = R_B R_C$

25 の選択肢

① $\frac{r}{4}$

② $\frac{r}{2}$

③ $2r$

④ $4r$

26 の選択肢

① $\frac{E}{R+r}$

② $\frac{R+r}{E}$

③ $\frac{R}{E} + r$

④ $\frac{R}{E} + \frac{1}{r}$

27 の選択肢

① $\sqrt{2R} + \sqrt{r}$

② $\sqrt{R} + \sqrt{r}$

③ $\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}$

④ $\sqrt{R} + \frac{R}{\sqrt{r}}$

28 の選択肢

① $\frac{r}{2}$

② r

③ $2r$

④ $\frac{1}{r}$

以上で問題は終わりです。