物理基礎・物理

問題は第４問まであります

第１問　次の各問に答えよ。

問１　図１－１のように，なめらかな水平面上に質量 4kg の物体 A が静止している。質量 1kg の物体 B が一定の速度で右向きに水平面上をすべり，物体 A に正面衝突した。その直後に物体 B は左向きに進み，物体 A と物体 B の速さは等しくなった。このとき，物体 A と物体 B の間のはね返り係数はいくらか。最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

解答番号 1



図１－１

① $\frac{1}{2}$　② $\frac{1}{3}$　③ $\frac{2}{3}$

④ $\frac{2}{5}$　⑤ $\frac{3}{5}$　⑥ 1

問２　図１－２のように，一直線上を音源が右向きに速さ v_S［m/s］で，同一直線上を観測者が左向きに速さ v_O［m/s］で互いに近づくように進んでいる。音源から出ている音の振動数が f［Hz］，音速が V［m/s］であるとき，観測者が観測する音の振動数［Hz］を表す式として最も適当なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，$v_S < V$，$v_O < V$ である。また，音源と観測者が衝突する前に実験は終了する。

解答番号 2



図１－２

① $\frac{V+v_O}{V+v_S}f$　② $\frac{V+v_O}{V-v_S}f$　③ $\frac{V-v_O}{V+v_S}f$　④ $\frac{V-v_O}{V-v_S}f$

⑤ $\frac{V+v_S}{V+v_O}f$　⑥ $\frac{V+v_S}{V-v_O}f$　⑦ $\frac{V-v_S}{V+v_O}f$　⑧ $\frac{V-v_S}{V-v_O}f$

問３　一定量の理想気体が状態Ａから状態Ｂに変化した。図１－３はその状態変化のようすを表した P-V グラフ（P：圧力，V：体積）である。この状態変化において気体が外部に対してした仕事として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

解答番号 3

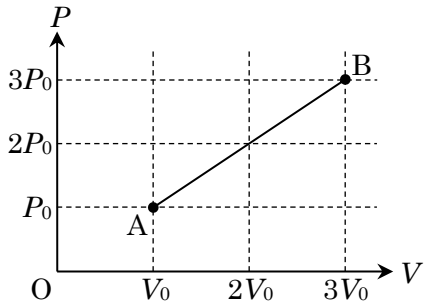


図１－３

① P_0V_0　② $2P_0V_0$　③ $3P_0V_0$

④ $4P_0V_0$　⑤ $5P_0V_0$　⑥ $6P_0V_0$

問４　抵抗値 R_1，R_2，R_3 の抵抗と電池を図１－４のように配線し，電気回路をつくった。抵抗値の比が $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 3 : 6$ であるとき，それぞれの抵抗にはたらく電圧の最も簡単な整数比は $V_1 : V_2 : V_3 =$ ア : イ : ウ である。ア，イ，ウ に当てはまる数値として最も適当なものを，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。ただし，同じ選択肢を重複して選んでもよい。

ア＝解答番号 4

イ＝解答番号 5

ウ＝解答番号 6

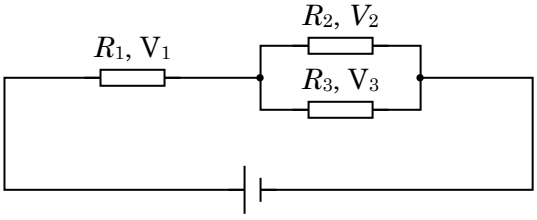


図１－４

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

第２問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

図２のように，底面の半径が $6L$，高さが $8L$ の円錐形の物体（以下，円錐という）を，底面が水平となるように固定する。質量 m の小球と円錐の頂点を軽くて伸び縮みしない糸でつなぎ，円錐の側面上に小球を静置した。糸の長さは $5L$ であり，円錐の側面はなめらかである。小球が円錐の側面から受ける垂直抗力の大きさを N，糸の張力の大きさを T，重力加速度の大きさを g とする。

小球が静止した状態で $N=$ [ア]，$T=$ [イ] である。小球に適当な初速度を与えると，円錐の側面に沿って速さ v で円運動をした。この状態で $N=$ [ウ]，$T=$ [エ]，向心加速度の大きさは [オ] となる。小球の速さを増していくと，$v=$ [カ] となったときに $N=0$ となり，$T=$ [キ] となる。また，その速さで小球が円錐上をちょうど一周するために要する時間は [ク] である。

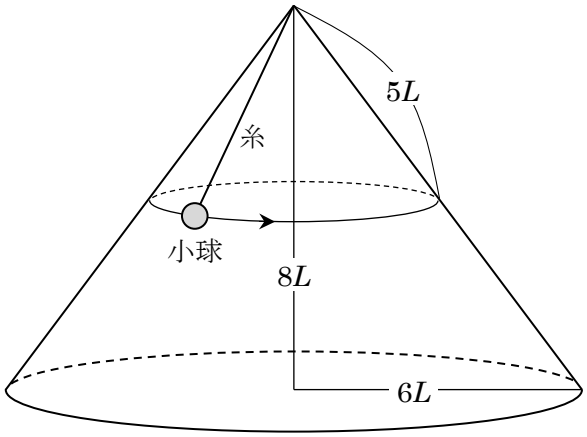


図２

問１　文中 [ア] に当てはまる式として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号** 1

① $\frac{2}{5}mg$　② $\frac{1}{2}mg$　③ $\frac{3}{5}mg$

④ $\frac{2}{3}mg$　⑤ $\frac{3}{4}mg$　⑥ $\frac{4}{5}mg$

問２　文中［　イ　］に当てはまる式として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　　解答番号 2

① $\frac{2}{5}mg$　② $\frac{1}{2}mg$　③ $\frac{3}{5}mg$

④ $\frac{2}{3}mg$　⑤ $\frac{3}{4}mg$　⑥ $\frac{4}{5}mg$

問３　文中［　ウ　］を，$A\cdot mg+B\cdot\frac{mv^2}{L}$ と表すとき，A，B に当てはまる数値として最も適当なものを，次の選択肢①～⑧のうちからそれぞれ一つ選べ。　　A＝解答番号 3

B＝解答番号 4

① $\frac{1}{5}$　② $\frac{4}{15}$　③ $\frac{3}{5}$　④ $\frac{4}{5}$

⑤ $-\frac{1}{5}$　⑥ $-\frac{4}{15}$　⑦ $-\frac{3}{5}$　⑧ $-\frac{4}{5}$

問４　文中［　エ　］を，$C\cdot mg+D\cdot\frac{mv^2}{L}$ と表すとき，C，D に当てはまる数値として最も適当なものを，次の選択肢①～⑧のうちからそれぞれ一つ選べ。　　C＝解答番号 5

D＝解答番号 6

① $\frac{1}{5}$　② $\frac{4}{15}$　③ $\frac{3}{5}$　④ $\frac{4}{5}$

⑤ $-\frac{1}{5}$　⑥ $-\frac{4}{15}$　⑦ $-\frac{3}{5}$　⑧ $-\frac{4}{5}$

問５　文中［　オ　］に当てはまる式として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　　解答番号 7

① $\frac{v^2}{L}$　② $\frac{v^2}{3L}$　③ $\frac{v^2}{5L}$

④ $\frac{mv^2}{L}$　⑤ $\frac{mv^2}{3L}$　⑥ $\frac{mv^2}{5L}$

問６　文中［　カ　］に当てはまる式として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 8**

① $\frac{1}{2}\sqrt{3gL}$　② $\frac{1}{2}\sqrt{5gL}$　③ $\frac{3}{2}\sqrt{gL}$

④ $\sqrt{\frac{3gL}{2}}$　⑤ $\sqrt{\frac{5gL}{2}}$　⑥ $3\sqrt{\frac{gL}{2}}$

問７　文中［　キ　］に当てはまる式として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 9**

① $\frac{3}{5}mg$　② $\frac{4}{5}mg$　③ mg

④ $\frac{5}{4}mg$　⑤ $\frac{4}{3}mg$　⑥ $\frac{5}{3}mg$

問８　文中［　ク　］に当てはまる式として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 10**

① $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$　② $2\pi\sqrt{\frac{L}{5g}}$　③ $2\pi\sqrt{\frac{2L}{5g}}$

④ $4\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$　⑤ $4\pi\sqrt{\frac{L}{5g}}$　⑥ $4\pi\sqrt{\frac{2L}{5g}}$

第３問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

図３のように，いずれも透明な直方体の媒質１と媒質２が接していて，接触面は完全に重なっている。屈折率（絶対屈折率）は，まわりの空気が $n_0=1.0$，媒質１が $n_1=\dfrac{\sqrt{6}}{2}$，媒質２が $n_2=\dfrac{\sqrt{5}}{2}$ である。レーザー光線（単色光）が空気と媒質１の境界面内の点 R で屈折し，続いて媒質１と媒質２が接している境界面内の点 S で屈折し，さらに媒質２と空気の境界面内の点 T で屈折して空気中に出た。点 R は定点であるが，入射角 θ_1 の変化に伴って点 S，点 T の位置は変化する。各点において反射も起こっているが，図３では反射光は省略してある。媒質１と媒質２が接している面は鉛直であり，レーザー光線はその面と垂直な同一鉛直面内を進むものとする。また，媒質１および媒質２は鉛直方向に十分に長いため，図３のように点 S は常に媒質１と媒質２の境界面内に，点 T は常に媒質２の鉛直側面内にある。θ_0 から θ_3 の角度は境界面におけるレーザー光線の入射角または屈折角を表している。

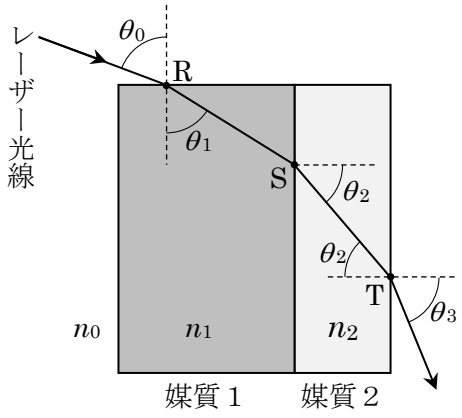


図３

問１　媒質１の媒質２に対する相対屈折率 n_{21} を表す式として最も適当なものを，次の選択肢①～④のうちから一つ選べ。　**解答番号** 1

① n_1n_2　　② $\dfrac{1}{n_1n_2}$　　③ $\dfrac{n_1}{n_2}$　　④ $\dfrac{n_2}{n_1}$

問２　相対屈折率 n_{21} をθ_1，θ_2 を使って表すとどのようになるか。最も適当なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。　**解答番号 2**

① $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$　② $\frac{\sin\theta_2}{\cos\theta_1}$　③ $\sin\theta_1\sin\theta_2$　④ $\cos\theta_1\sin\theta_2$

⑤ $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$　⑥ $\frac{\cos\theta_1}{\sin\theta_2}$　⑦ $\cos\theta_1\cos\theta_2$　⑧ $\sin\theta_1\cos\theta_2$

問３　入射角θ_0 が $\phi < \theta_0 < 90°$ の範囲であれば，点 S において屈折光が生じる。このとき，$\sin\phi$ の最小値として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

解答番号 3

① $\frac{1}{\sqrt{5}}$　② $\frac{1}{2}$　③ $\frac{\sqrt{5}}{4}$

④ $\frac{3}{5}$　⑤ $\frac{5}{6}$　⑥ $\sqrt{\frac{5}{6}}$

問４　点 T に入射する光の入射角 θ_2 が臨界角となったときの，$\sin\theta_2$ の値として最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 4**

① $\frac{1}{\sqrt{6}}$　② $\frac{1}{\sqrt{5}}$　③ $\frac{3}{2\sqrt{6}}$

④ $\frac{3}{2\sqrt{5}}$　⑤ $\frac{2}{\sqrt{6}}$　⑥ $\frac{2}{\sqrt{5}}$

問５　入射角θ_0 を 90°から徐々に小さくするとき，$0° < \theta_0 < 90°$ の範囲で点 S，点 T で起こる屈折や反射について正しく述べている文として適当なものを，次の選択肢①～④のうちから一つ選べ。　**解答番号 5**

① 点 S で全反射が起こるまでの間に，点 T で全反射が起こることはない。
② 点 T で全反射が起こるまでの間に，点 S で全反射が起こることはない。
③ 点 T で全反射が起こるまでの間に，必ず点 S で全反射が起こる。
④ 点 T においては，入射角θ_2 の大きさに関わらず全反射は起こらない。

第４問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

図４のように，抵抗値 30Ω の抵抗 R，電気容量 50μF のコンデンサーC，自己インダクタンス 0.16H のコイル L，スイッチ S_0，S_1，S_2 および交流電源をつなぎ，回路をつくった。交流電源の周波数は 40Hz となっている。なお，以下の接続において，回路を流れる電流 I［A］と時刻 t［s］の関係は，電流の最大値を I_0［A］として，$I=I_0\sin(80\pi t)$ と表されるものとする。

はじめ，コンデンサーC の電荷は 0 で，スイッチ S_0，S_1，S_2 はいずれも開いている。

まず，スイッチを S_1，S_0 の順で閉じた。この状態を「接続１」とする。続いてスイッチを S_0，S_1 の順で開き，S_2，S_0 の順で閉じる。この状態を「接続２」とする。さらにスイッチを S_0，S_2 の順で開き，S_0 のみを閉じる。この状態を「接続３」とする。

計算に必要ならば，$\sqrt{2}=1.41$，$\sqrt{3}=1.73$，$\sqrt{5}=2.24$，$\sqrt{10}=3.16$，$\pi=3.14$ とする。

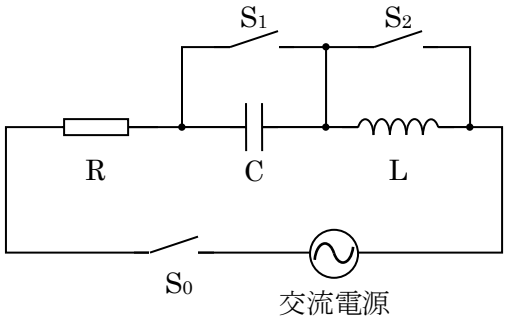


図４

問１　「接続１」において，コイル L の誘導リアクタンス［Ω］はいくらか。最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号** 1

① 20　② 40　③ 60

④ 80　⑤ 1.0×10^2　⑥ 1.2×10^2

問２　「接続１」において，回路のインピーダンス［Ω］はいくらか。最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号** 2

① 25　② 36　③ 50

④ 75　⑤ 1.2×10^2　⑥ 1.6×10^2

問３　「接続２」において，コンデンサーC の容量リアクタンス［Ω］はいくらか。最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 3**

① 50　② 80　③ 1.3×10^2

④ 1.5×10^2　⑤ 1.8×10^2　⑥ 2.0×10^2

問４　「接続３」において，回路のインピーダンス［Ω］はいくらか。最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 4**

① 50　② 80　③ 1.3×10^2

④ 1.5×10^2　⑤ 1.8×10^2　⑥ 2.0×10^2

問５　「接続１」において，交流電源の電圧 V［V］を時刻 t［s］の関数として表すと，電圧の最大値を V_0［V］として，$V=V_0\sin(80\pi t+\phi)$ となる。このとき，$\tan\phi$ の値はいくらか。最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 5**

① $\frac{1}{2}$　② $\frac{3}{4}$　③ 1

④ $\frac{5}{4}$　⑤ $\frac{4}{3}$　⑥ $\frac{3}{2}$

問６　「接続３」において，電源の周波数 40Hz を変更することで回路のインピーダンスを最小にしたい。インピーダンスが最小となる電源の周波数［Hz］はいくらか。最も適当なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 6**

① 49　② 56　③ 63

④ 75　⑤ 87　⑥ 94