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　x 軸上に点 O（$x=0$），点 P（$x=12$），点 Q（$x=15$）をとる。図１－１のように，厚みと材質が一様な半径 12 の円盤から半径 6 の円盤をくり抜いて穴のあいた物体をつくり，点 P がはじめの円盤の中心となるように置いたところ，くり抜いた部分の円の中心が点 Q と一致した。このとき，物体の重心の x 座標はいくらか。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** 1

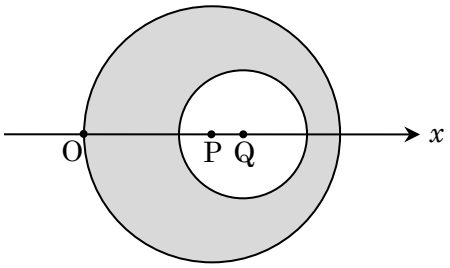


図１－１

① 6　② 7　③ 8　④ 9

⑤ 10　⑥ 11　⑦ 12　⑧ 13

問２　一定量の単原子分子からなる理想気体に Q［J］（>0）の熱量を与えると，定圧変化の場合は温度が T_{P}［K］上昇し，定積変化の場合は温度が T_{V}［K］上昇する。このとき，$\dfrac{T_{\mathrm{P}}}{T_{\mathrm{V}}}$ 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** 2

① $\dfrac{2}{5}$　② $\dfrac{3}{5}$　③ 1

④ $\dfrac{3}{2}$　⑤ $\dfrac{5}{3}$　⑥ 2

問３　図１－２のように，振動数 100［Hz］の正弦波が x 軸に沿って正の向きに進んでいる。正弦波は $x=20$［m］の位置にある反射板で自由端反射し，定在波ができる。振動数を f［Hz］にしたところ，反射板から数えて６番目の節の位置が $x=0$ となった。f 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。ただし，波の速さは一定とする。

解答番号 3

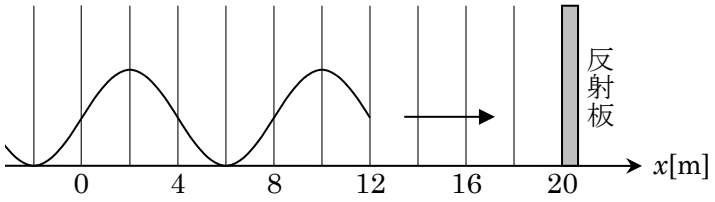


図１－２

① 70　　② 80　　③ 90

④ 110　　⑤ 120　　⑥ 130

問４　図１－３のように，抵抗値 6.0Ω の抵抗 R，自己インダクタンス 10H のコイル L，起電力 12V の電池 E，スイッチ S を配線し，電気回路をつくった。スイッチ S を閉じて十分な時間が経過した後，回路に流れている電流の大きさ［A］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。ただし，抵抗 R 以外の回路内の電気抵抗は無視できる。

解答番号 4

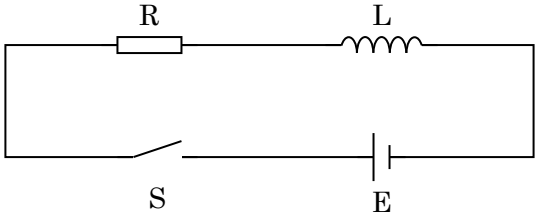


図１－３

① 0　　② 0.20　　③ 0.50

④ 0.75　　⑤ 1.0　　⑥ 2.0

第２問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

図２のように，なめらかな水平面上に左端を固定したばね定数 k の軽いばねと，長さが L で傾斜角が θ のなめらかな斜面をもつ斜面台を設置した。ばねの右端に質量 m の小球を置き，小球に力を加えてばねを d だけ縮め，静かにはなした。小球は速さ v_0 でばねから離れ，図中の破線に沿って同一鉛直面内を運動した。小球は点 T を速さ v_T で飛び出し，最高地点で水平面から H の高さとなり，その後水平面上に落下した。小球がばねを離れてから水平面上に落下する直前まで，小球がもつ力学的エネルギーは保存されている。小球が水平面に落下する直前における小球の速さを v_E，速度の向きと水平面とのなす角を ϕ（$< 90°$）とする。また，重力加速度の大きさを g とする。

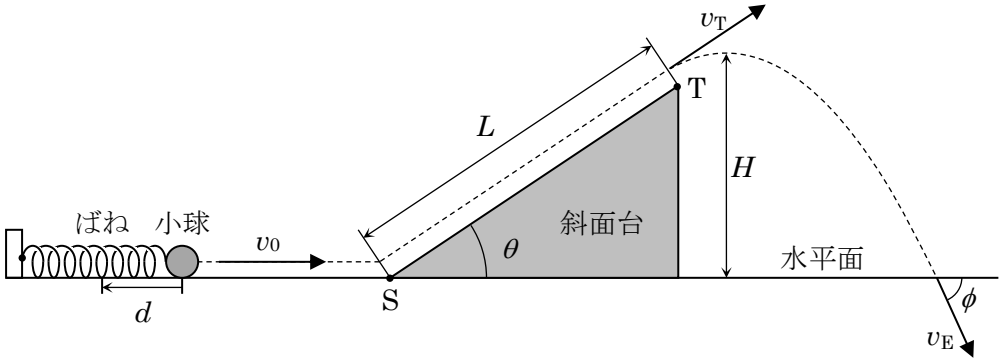


図２

問１　ばねを離れたときの小球の速さ v_0 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 $d\sqrt{\dfrac{m}{k}}$　② $d\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　③ $d\sqrt{mk}$

④ $\sqrt{\dfrac{md}{k}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{kd}{m}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{mk}{d}}$

問２　小球が点 T から飛び出すための d の条件が $d>D$ であるとき，D の最小値はいくらか。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 2**

① $\sqrt{\dfrac{mgL\sin\theta}{k}}$　② $\sqrt{\dfrac{2mgL\sin\theta}{k}}$　③ $\sqrt{\dfrac{mgL\sin\theta}{2k}}$

④ $\sqrt{\dfrac{mgL\cos\theta}{k}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{2mgL\cos\theta}{k}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{mgL\cos\theta}{2k}}$

問３　最高地点の高さ H を，$H=$［ ア ］$+L\sin\theta$　と表すとき，［ 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 3**

① $\dfrac{v_T^2\sin\theta\cos\theta}{g}$　② $\dfrac{v_T^2\sin^2\theta}{g}$　③ $\dfrac{v_T^2\cos^2\theta}{g}$

④ $\dfrac{v_T^2\sin\theta\cos\theta}{2g}$　⑤ $\dfrac{v_T^2\sin^2\theta}{2g}$　⑥ $\dfrac{v_T^2\cos^2\theta}{2g}$

問４　$\theta=30°$，$v_0=$［ イ ］としたとき，$H=L$ となった。［ 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 4**

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

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

問５　問４の実験において，角度 ϕ の正接は，$\tan\phi=\sqrt{\text{［ ウ ］}}$ となる。［ 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①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号 5**

① $\dfrac{1}{2}$　② $\dfrac{2}{3}$　③ $\dfrac{3}{4}$

④ $\dfrac{4}{5}$　⑤ $\dfrac{5}{6}$　⑥ $\dfrac{6}{7}$

第３問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

図３は，一定量の単原子分子からなる理想気体が状態Ａから状態Ｂに変化する様子を表したグラフである。縦軸は圧力 P［Pa］，横軸は体積 V［m³］を表している。

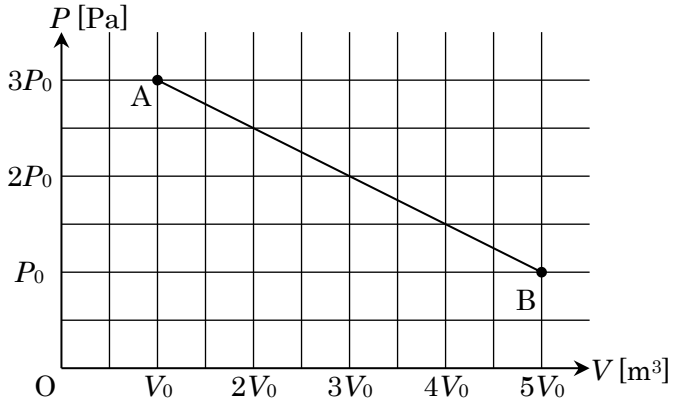


図３

問１　状態 A における気体の内部エネルギーを［ ア ］×P_0V_0［J］と表すとき，［ ア ］の値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。　**解答番号 1**

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

⑤ 3　⑥ $\frac{7}{2}$　⑦ 4　⑧ $\frac{9}{2}$

問２　状態Ａから状態Ｂに変化する間に気体が外部にした仕事を［ イ ］×P_0V_0［J］と表すとき，［ イ ］の値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。

解答番号 2

① 4　② 5　③ 6　④ 7

⑤ 8　⑥ 9　⑦ 10　⑧ 11

問３　気体の体積が $3V_0$［m³］のときの気体の温度を［ ウ ］×T_A［K］と表すとき，［ ウ ］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。ただし，T_A［K］は状態Aにおける気体の温度である。　**解答番号 3**

① 1　② $\frac{3}{2}$　③ 2

④ $\frac{5}{2}$　⑤ 3　⑥ $\frac{7}{2}$

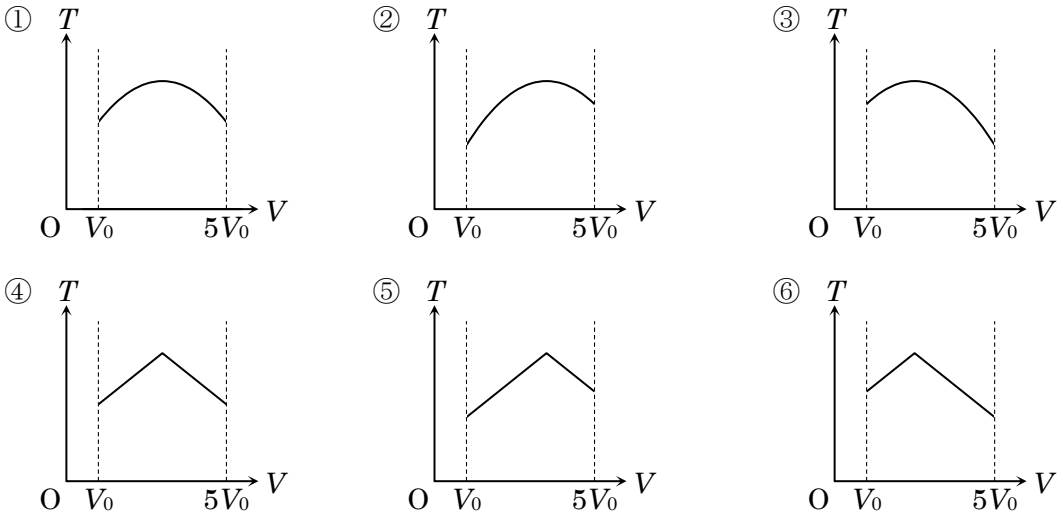
問４　状態Aから状態Bに変化する間に気体が吸収する熱量を［ エ ］×P_0V_0［J］と表すとき，［ エ ］の値として最も適当なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。

解答番号 4

① 8　② 9　③ 10　④ 11

⑤ 12　⑥13　⑦ 14　⑧ 15

問５　状態Aから状態Bに変化する間の気体の温度 T［K］と体積 V［m³］の関係を表すグラフの概形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 5**



第４問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

図４のように，巻き数が N_1 のコイル１と巻き数が N_2 のコイル２が鉄心に隙間なく巻かれている。鉄心の透磁率は μ［N/A²］，断面積は S［m²］である。コイル１の長さは L_1［m］であり，両端の端子 A，B には電源装置が接続されている。コイル２の長さは L_2［m］であり，両端の端子 P，Q にはなにもつながれていない。

コイル１に一定の電流 I［A］を「端子 A→コイル１」の向きに流した。そのときのコイル１内の中央付近の磁場の強さは［ ア ］［A/m］であり，鉄心を貫く磁束は［ イ ］［Wb］，向きは［ ウ ］である。

次に，コイル１に流す電流を Δt［s］あたり ΔI［A］ずつ増加させていった。電流の向きは「端子 A→コイル１」である。このときコイル１の両端に生じる誘導起電力の大きさは［ エ ］［V］で，端子 B に対して端子 A の方が［ オ ］となる。このとき，コイル２には相互誘導によって大きさ［ カ ］［V］の誘導起電力が発生する。端子 Q に対して端子 P の方が［ キ ］となり，コイル１とコイル２の間の相互インダクタンスは［ ク ］［H］である。ただし，コイル１を貫く磁束とコイル２を貫く磁束は常に等しいとする。

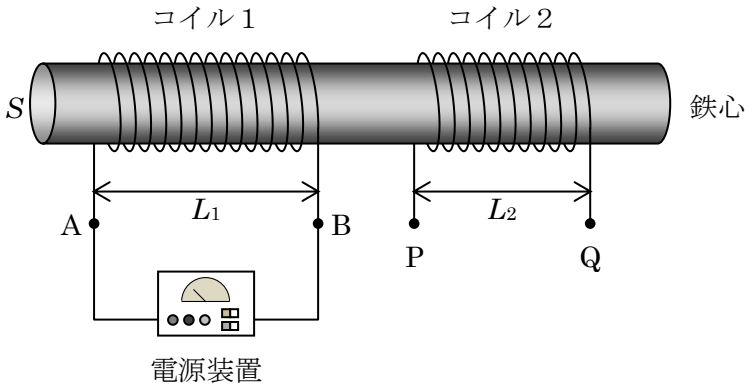


図４

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 $\dfrac{I}{2\pi L_1}$　② $\dfrac{I}{2L_1}$　③ $N_1 I$

④ $\dfrac{N_1 I}{L_1}$　⑤ $\dfrac{N_1 I}{S}$　⑥ $\dfrac{N_1 I}{L_1 S}$

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 $\frac{N_1SI}{L_1}$　② $\frac{\mu N_1SI}{L_1}$　③ $\frac{\mu L_1SI}{N_1}$

④ $\frac{N_1I}{SL_1}$　⑤ $\frac{\mu N_1I}{SL_1}$　⑥ $\frac{\mu L_1I}{SN_1}$

問３　文中 ウ に当てはまる語句として最も適当なものを，次の選択肢①，②のうちから一つ選べ。

解答番号 3

① コイル１からコイル２の向き　② コイル２からコイル１の向き

問４　文中 エ 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 4

① $\frac{\mu^2N_1S}{L_1}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}$　② $\frac{\mu N_1S}{L_1}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}$　③ $\frac{\mu N_1}{SL_1}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}$

④ $\frac{\mu^2N_1^2S}{L_1}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}$　⑤ $\frac{\mu N_1^2S}{L_1}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}$　⑥ $\frac{\mu N_1^2}{SL_1}\cdot\frac{\Delta I}{\Delta t}$

問５　文中 オ に当てはまる語句として最も適当なものを，次の選択肢①，②のうちから一つ選べ。

解答番号 5

① 高電位　② 低電位

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 6

① $\frac{\mu N_1 S}{L_1} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$　② $\frac{\mu {N_1}^2 S}{L_1} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$　③ $\frac{\mu N_1 N_2 S}{L_1} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$

④ $\frac{\mu N_2 S}{L_2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$　⑤ $\frac{\mu {N_2}^2 S}{L_2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$　⑥ $\frac{\mu N_1 N_2 S}{L_2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$

問７　文中［　キ　］に当てはまる語句として最も適当なものを，次の選択肢①，②のうちから一つ選べ。　　解答番号 7

① 高電位　　② 低電位

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 8

① $\frac{\mu N_2 S}{L_1}$　② $\frac{\mu N_2 S}{L_1 L_2}$　③ $\frac{\mu N_2 S}{L_2}$

④ $\frac{\mu N_1 N_2 S}{L_1}$　⑤ $\frac{\mu N_1 N_2 S}{L_1 L_2}$　⑥ $\frac{\mu N_1 N_2 S}{L_2}$