

物 理

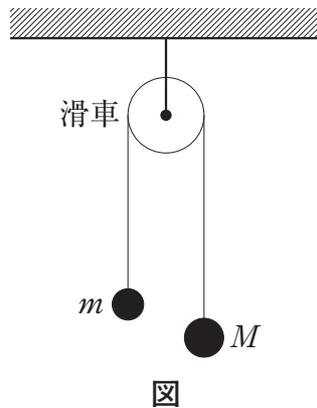
【問題 1】 次の問 1 から問 6 について、それぞれ指定されたように答えなさい。

(解答番号 -)

問 1 次の放射線のうち、磁場によって負の電荷をもつようにふるまう粒子はどれか。正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ① α 線 ② β 線 ③ γ 線 ④ X 線 ⑤ 中性子線

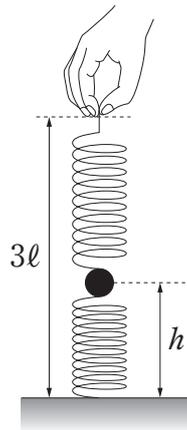
問 2 図のように、天井に固定された、なめらかに回る軽い滑車に軽い糸をかけ、糸の両端に質量 M と m ($M > m$) の物体を取りつけた。糸がたるまないように二つの物体を支えた状態から静かに放すと、物体は鉛直方向に動き始めた。このときの糸の張力の大きさとして正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。



- ① $(M+m)g$ ② $(M-m)g$ ③ $\frac{1}{2}(M+m)g$ ④ $\frac{1}{2}(M-m)g$
⑤ $\frac{Mm}{M+m}g$ ⑥ $\frac{Mm}{M-m}g$ ⑦ $\frac{2Mm}{M+m}g$ ⑧ $\frac{2Mm}{M-m}g$

問3 自然の長さ ℓ ，ばね定数 k の二つの軽いばねを質量 m の小球の上下に取り付けた。図のように，下側のばねの端を床に取り付け，上側のばねの端を手で引き上げ，ばねの長さの合計を 3ℓ にして小球を静止させた。小球の床からの高さ h を表す式として最も適当なものを，下のうちから一つ選び，番号で答えなさい。ただし，二つのばねと小球は同一鉛直線上にあるものとし，重力加速度の大きさを g とする。

3

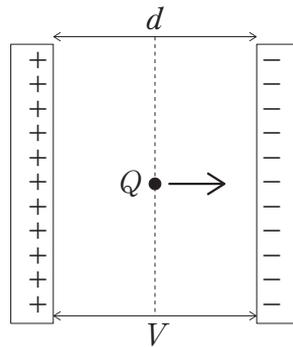


図

- ① $\ell - \frac{mg}{k}$ ② $\frac{3}{2}\ell - \frac{mg}{k}$ ③ $3\ell - \frac{mg}{k}$
- ④ $\ell - \frac{mg}{2k}$ ⑤ $\frac{3}{2}\ell - \frac{mg}{2k}$ ⑥ $3\ell - \frac{mg}{2k}$

問4 極板間の距離が d の平行板コンデンサーを、電位差が V になるように充電した。図のように、質量 m 、電荷 Q ($Q > 0$) の小球を、極板間のちょうど中間の位置で静かに離すと、小球はコンデンサー内の電場で加速された。負に帯電した極板に衝突する直前の小球の速さとして最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、重力の影響や空気抵抗、極板の端での電場の乱れは無視できるものとする。

4



図

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{2QV}{m}}$ | ② $\sqrt{\frac{QV}{m}}$ | ③ $\sqrt{\frac{QV}{2m}}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{2QVd}{m}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{QVd}{m}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{QVd}{2m}}$ |

問5 次の文章の空欄〔ア〕,〔イ〕に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを,下のうちから一つ選び,番号で答えなさい.

5

十分に長い直線の導線を通れる一定の電流が周囲につくる磁場の強さは導線からの〔ア〕,磁場の方向は導線に〔イ〕である.

	〔ア〕	〔イ〕
①	距離に比例し	平行
②	距離に比例し	垂直で,導線を中心とする円の接線方向
③	距離に比例し	垂直で,導線を中心とする円の法線方向
④	距離に反比例し	平行
⑤	距離に反比例し	垂直で,導線を中心とする円の接線方向
⑥	距離に反比例し	垂直で,導線を中心とする円の法線方向
⑦	距離の2乗に反比例し	平行
⑧	距離の2乗に反比例し	垂直で,導線を中心とする円の接線方向
⑨	距離の2乗に反比例し	垂直で,導線を中心とする円の法線方向

問6 火力発電所では,発生する熱の約40%が電気エネルギーに変換され,残りのエネルギーは大気や海水中に排熱として捨てられている.そのため,ある家庭で消費電力が1.0kWの電気ストーブを用いて部屋を暖房しているとき,発電所では毎秒何kJのエネルギーが排熱として捨てられていることになるか.最も適当な数値を次のうちから一つ選び,番号で答えなさい.ただし,送電の際のエネルギー損失は無視できるものとする.

6

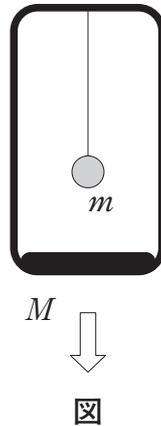
- ① 0.40 ② 0.60 ③ 0.67 ④ 1.0 ⑤ 1.5 ⑥ 2.5 ⑦ 4.0

【問題2】 次の文章を読み、問1と問2に答えなさい。

(解答番号 -)

図のように、内部に質量 m の小球が糸でつるされている密閉容器を、上空から初速度0で鉛直下方に落下させる。容器は図の姿勢を保ったまま落下するものとし、容器の落下の向きを正とする。重力加速度の大きさを g 、小球を含む容器全体の質量を M とする。ただし、風などの影響はないものとする。

十分な高さからこの容器を落下させると、その運動に空気の抵抗力の影響が次第に現れてくる。この抵抗力 F_R は容器の落下速度 v に比例し、比例定数 $k(k > 0)$ を用いて、 $F_R = -kv$ であるとする。



問1 落下開始後、十分な時間が経つと、容器の落下速度はある大きさ v' に達し、一定とみなせるようになる。この速度 v' を終端速度という。 v' を表す式として最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ① $\frac{Mk}{g}$ ② $\frac{Mg}{k}$ ③ $\frac{k}{Mg}$ ④ Mgk
⑤ $\frac{2Mk}{g}$ ⑥ $\frac{2Mg}{k}$ ⑦ $\frac{2k}{Mg}$ ⑧ $2Mgk$

問2 糸の張力の大きさを記述する文章として最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

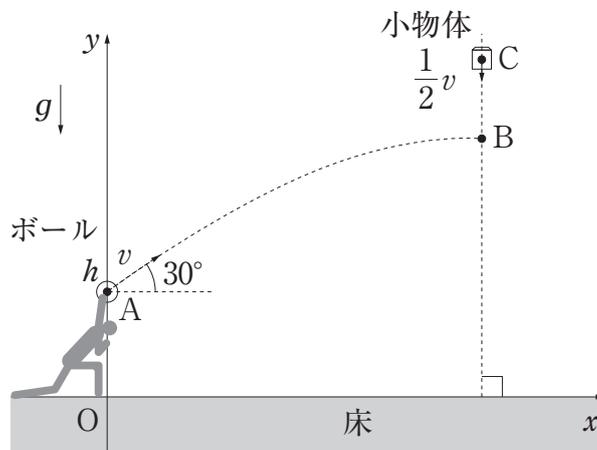
8

- ① 常に mg である。
- ② 落下前は mg であるが、落下を開始すると同時に 0 になり、その値を保つ。
- ③ 落下前は mg であるが、落下を開始すると同時に 0 になり、その後徐々に増加し、終端速度に達すると mg に戻る。
- ④ 落下前は mg であるが、落下を開始すると徐々に小さくなり、終端速度に達すると 0 になる。
- ⑤ 落下前は mg であるが、落下を開始すると徐々に小さくなり、その後また徐々に増加し、終端速度に達すると mg に戻る。

【問題3】 次の文章を読み，問1 から問3 に答えなさい。

(解答番号 -)

図のように，水平右向きに x 軸，鉛直上向きに y 軸をとり，原点 O 直上の高さ h の点 A から，速さ v で仰角 30° の方向にボールを投げた．その瞬間，小物体がある点 C を速さ $\frac{1}{2}v$ で鉛直下向きに通過した．その後，ボールが点 C の鉛直下方の点 B で放物運動の最高点に到達し，そこで落下中の小物体に完全非弾性衝突し，一体化した．ボールと小物体は同じ質量であり，それぞれ m とする．ボールと小物体の大きさ，空気抵抗は無視できるとする．重力加速度の大きさを g とする．



図

問1 ボールを投げてから，ボールが点 B で小物体に衝突するまでの時間を示す式として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- ① $\frac{v}{2g}$ ② $\frac{\sqrt{3}v}{2g}$ ③ $\frac{v}{g}$
 ④ $\frac{g}{2v}$ ⑤ $\frac{\sqrt{3}g}{2v}$ ⑥ $\frac{g}{v}$

問2 点Bの x 座標を x_B , y 座標を y_B とすると、 x_B , y_B を表す式の組合せとして最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

10

	x_B	y_B
①	$\frac{\sqrt{3}v^2}{2g}$	$h + \frac{v^2}{8g}$
②	$\frac{\sqrt{3}v^2}{2g}$	$h + \frac{v^2}{4g}$
③	$\frac{\sqrt{3}v^2}{2g}$	$h + \frac{v^2}{2g}$
④	$\frac{v^2}{2g}$	$h + \frac{\sqrt{3}v^2}{8g}$
⑤	$\frac{v^2}{2g}$	$h + \frac{\sqrt{3}v^2}{4g}$
⑥	$\frac{v^2}{2g}$	$h + \frac{\sqrt{3}v^2}{2g}$
⑦	$\frac{\sqrt{3}v^2}{4g}$	$h + \frac{v^2}{8g}$
⑧	$\frac{\sqrt{3}v^2}{4g}$	$h + \frac{v^2}{4g}$
⑨	$\frac{\sqrt{3}v^2}{4g}$	$h + \frac{v^2}{2g}$

問3 点Bで衝突した直後の一体化したボールと小物体の速度の x 成分を v_x 、 y 成分を v_y とすると、 v_x 、 v_y を表す式の組合せとして最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

11

	v_x	v_y
①	$\frac{v}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}v}{2}$
②	$\frac{v}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}v}{4}$
③	$\frac{\sqrt{3}v}{2}$	$-\frac{v}{2}$
④	$\frac{\sqrt{3}v}{4}$	$-\frac{v}{2}$
⑤	$\frac{v}{4}$	$-\frac{\sqrt{3}v}{2}$
⑥	$\frac{v}{4}$	$-\frac{\sqrt{3}v}{4}$
⑦	$\frac{\sqrt{3}v}{2}$	$-v$
⑧	$\frac{\sqrt{3}v}{4}$	$-v$

【問題 4】 次の文章を読み，問 1 と問 2 に答えなさい。

(解答番号 -)

白熱電灯は，タングステンなどの細いフィラメントに電流を流すことによって発光する電灯である．ある白熱電灯に直流電源を利用して電圧を加え，流れる電流を測定した．電圧と電流の関係を，電流を横軸にとって表すと図 1 のようになった．この白熱電灯を用いた回路について考える．

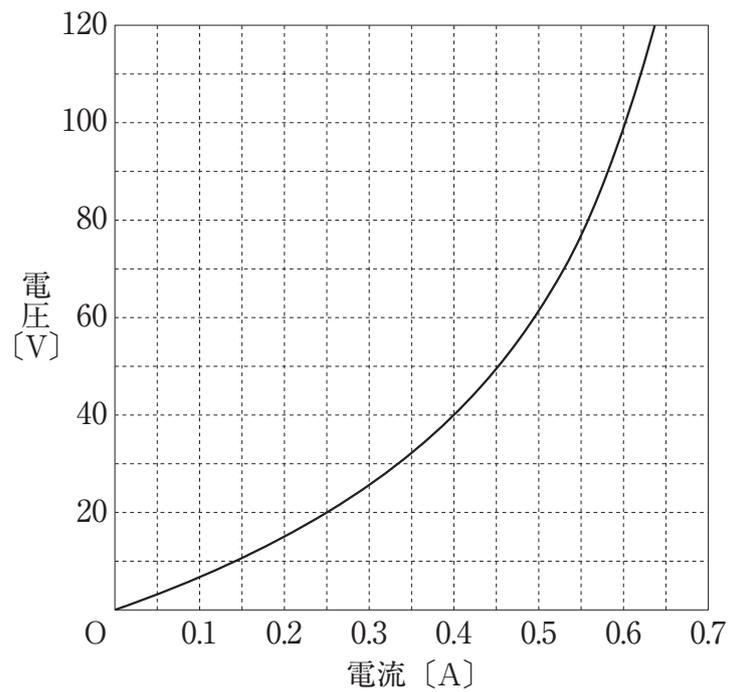


図 1

問1 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる数値として最も適当なものを,それぞれ下の解答群から選び,番号で答えなさい.

〔ア〕

〔イ〕

図1の電圧と電流の関係を示す白熱電灯を,図2のように2個直列に接続してその両端に100Vの電圧を加えた.このとき,流れる電流は〔ア〕Aであり,2個の白熱電灯で消費される電力の和は〔イ〕Wである.

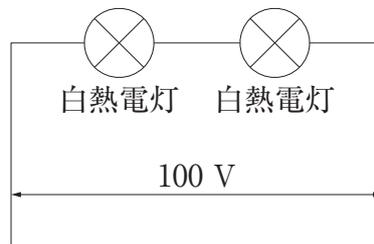


図2

〔ア〕の解答群

- ① 0.15 ② 0.20 ③ 0.45 ④ 0.60 ⑤ 0.90 ⑥ 1.20

〔イ〕の解答群

- ① 11 ② 23 ③ 30 ④ 45 ⑤ 60 ⑥ 120

問2 図1の電圧と電流の関係を示す白熱電灯と $100\ \Omega$ の抵抗を図3のように直列に接続し、その両端に電圧を加えた。このとき、抵抗を流れる電流と両端に加えた電圧の関係を表すグラフとして最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

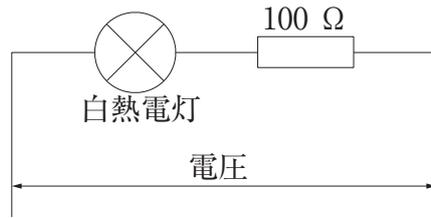
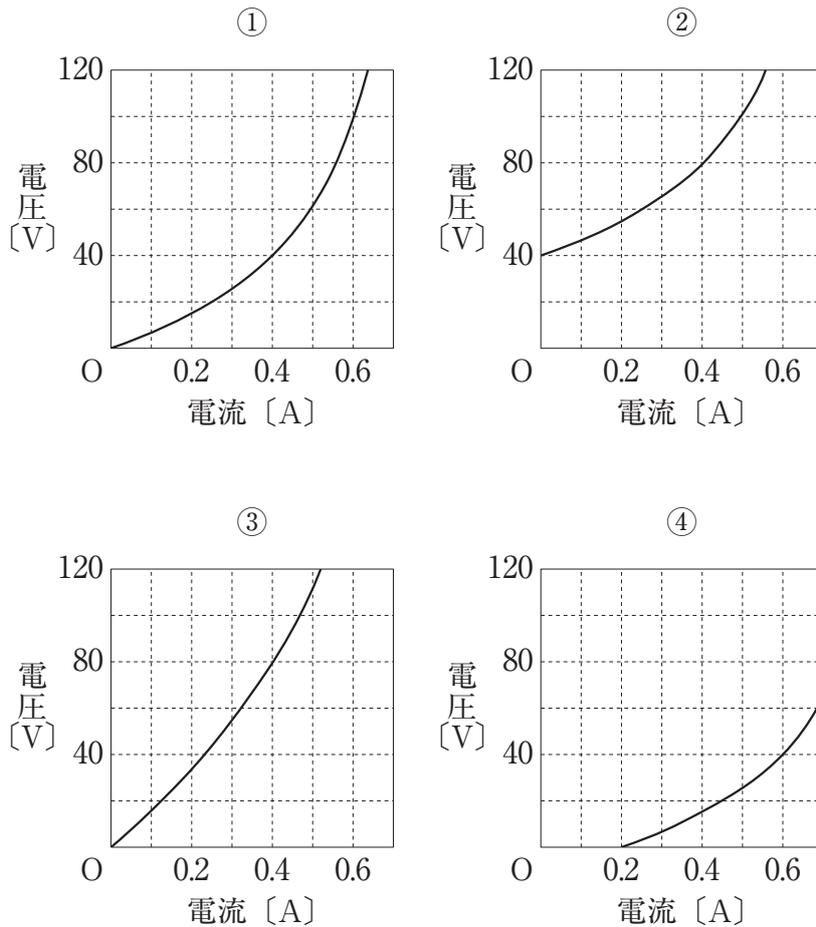


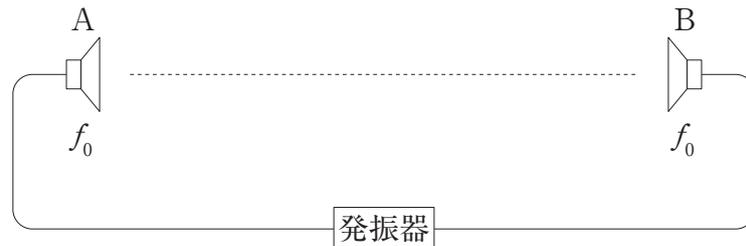
図3



【問題5】 次の文章を読み，問1と問2に答えなさい。

(解答番号 -)

図のように，発振器につながれた二つのスピーカー A および B を，十分離して向かい合わせに置き，振動数 f_0 の音を発生させた．音速を V とし，風は吹いていないものとする．



図

問1 スピーカー A, B の間で，図の破線に沿って音の干渉を観測したところ，音が最も強めあう点が等間隔 L で存在した．間隔 L として正しいものを，下のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

- ① $\frac{V}{3f_0}$ ② $\frac{V}{2f_0}$ ③ $\frac{V}{f_0}$ ④ $\frac{2V}{f_0}$ ⑤ $\frac{3V}{f_0}$
⑥ $\frac{f_0}{3V}$ ⑦ $\frac{f_0}{2V}$ ⑧ $\frac{f_0}{V}$ ⑨ $\frac{2f_0}{V}$ ⑩ $\frac{3f_0}{V}$

問2 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる式として最も適当なものを,
下のうちから一つずつ選び,それぞれ番号で答えなさい.

〔ア〕

〔イ〕

観測者がスピーカー B から A に向かって破線上を一定の速さ v ($v < V$) で動いたところ, 観測者が A と B から受ける音の振動数がそれぞれ f_0 から変化した, 観測者にはうなりが聞こえた. このとき, 観測者が B から受けた音の振動数は〔ア〕であり, 単位時間あたりのうなりの回数は〔イ〕である.

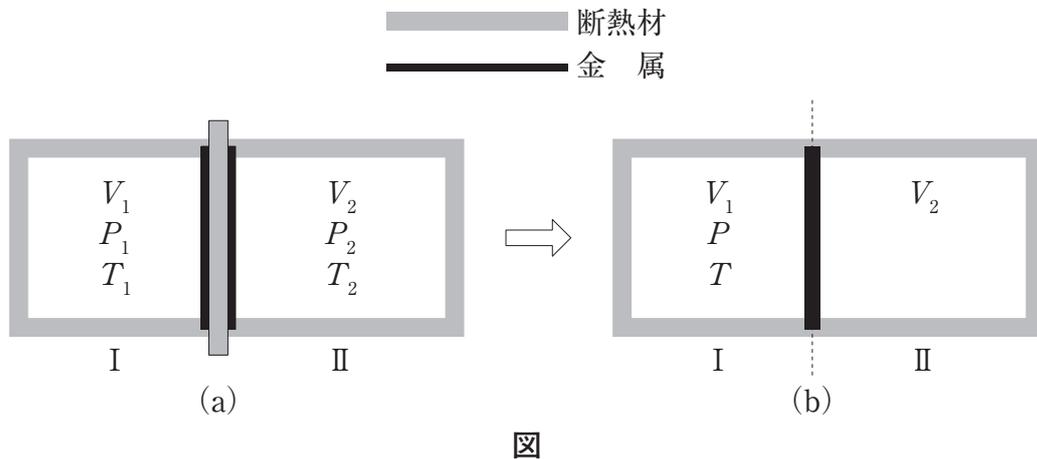
① $\frac{V}{V-v}f_0$ ② $\frac{V}{V+v}f_0$ ③ $\frac{V-v}{V}f_0$ ④ $\frac{V+v}{V}f_0$ ⑤ $\frac{2v}{V-v}f_0$

⑥ $\frac{v}{V-v}f_0$ ⑦ $\frac{2v}{V+v}f_0$ ⑧ $\frac{v}{V+v}f_0$ ⑨ $\frac{2v}{V}f_0$ ⑩ $\frac{v}{V}f_0$

【問題6】 次の文章を読み，問1から問3に答えなさい。

(解答番号 -)

一つの面が熱をよく通す薄い金属板で，他の面は断熱材で作られた丈夫な箱を二つ用意する．その中に気体を入れ，図の(a)のように断熱材で作った仕切り板の両面に金属板を密着させる．Iの部分の気体の圧力は P_1 ，体積は V_1 ，絶対温度は T_1 ，IIの部分の気体の圧力は P_2 ，体積は V_2 ，絶対温度は T_2 で， $T_2 > T_1$ である．いま，すばやく断熱材の仕切り板を抜き取って，図の(b)のように金属板どうしを接続させた．十分長い時間がたつと，Iの部分の圧力は P ，絶対温度は T となった．Iの気体の熱容量を C_1 ，IIの気体の熱容量を C_2 とし，金属板の熱容量は無視できるものとする．



図

問1 最初の状態から最後の状態に移るとき，Iの気体が熱量 Q を受けとった．このとき成り立つ関係として正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

- ① $C_1(T - T_1) = Q$ ② $C_1(T_1 - T) = Q$ ③ $(T - T_1)Q = C_1$
 ④ $(T_1 - T)Q = C_1$ ⑤ $C_1Q = T - T_1$ ⑥ $C_1Q = T_1 - T$

問2 最後の状態における I の気体の絶対温度 T はいくらか. 正しいものを, 次のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

19

① $\frac{C_2 T_2 - C_1 T_1}{C_2 - C_1}$ ② $\frac{C_2 T_1 - C_1 T_2}{C_2 - C_1}$

③ $\frac{C_2 T_2 + C_1 T_1}{C_2 - C_1}$ ④ $\frac{C_2 T_1 + C_1 T_2}{C_2 - C_1}$

⑤ $\frac{C_2 T_2 - C_1 T_1}{C_2 + C_1}$ ⑥ $\frac{C_2 T_1 - C_1 T_2}{C_2 + C_1}$

⑦ $\frac{C_2 T_2 + C_1 T_1}{C_2 + C_1}$ ⑧ $\frac{C_2 T_1 + C_1 T_2}{C_2 + C_1}$

問3 最後の状態における I の気体の温度 T が 330 K であったとする. このときの I の気体の圧力 P [N/m^2] として最も適当な数値を, 次のうちから一つ選び, 番号で答えなさい. ただし, $P_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, $T_1 = 300 \text{ K}$ とする.

20

① 0.10×10^5 ② 0.91×10^5 ③ 1.0×10^5 ④ 1.1×10^5 ⑤ 1.2×10^5