

物 理 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 16)

問 1 発電所で作り出された電気は、家庭や工場などに送られる。遠方の発電所からある決まった電力を送るときの説明として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 発電所で作り出された電気は、送電線によって電力損失なく家庭や工場などに送られる。
- ② 発電所から家庭に送電するときに、家庭で用いられる電圧で送電する方が高電圧で送電するよりも電力損失が少ない。
- ③ 送電線で発生するジュール熱を減らすために、より高い電圧で送電する。
- ④ より大きな電流で送電すると、電力損失が少ない電力の輸送ができる。
- ⑤ 発電所で作り出された電気は、電波として送信され、電波を受信する変電所から家庭や工場などに送られる。

問 2 断面積 S 、長さ L の円筒管があり、端の一方は薄いふたで閉じられている。ふたは管の側面に垂直で、中心に軽い糸がついている。図 1 のように、管内に気体が入らないように、円筒管を液体中につり下げる。糸を上下させると、ふたを水平に保ちながら、管を鉛直方向に動かすことができる。重力加速度の大きさを g 、ふたを含めた円筒管の質量を m 、液体の密度を ρ とする。ただし、円筒管にはたらく浮力は無視できるものとする。

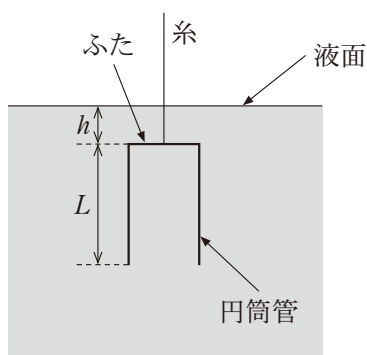


図 1

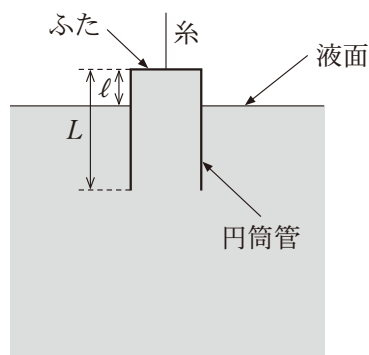


図 2

図 1 のように、液面から深さ h の位置にふたがあり、円筒管が静止している。このときの、糸の張力の大きさを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 102

- ① $mg + 2\rho Shg$ ② $mg + \rho Shg$ ③ $mg + \rho SLg$
 ④ mg ⑤ $mg + \rho S(L + h)g$ ⑥ $mg + \rho S(L - h)g$

図 2 のように、液面から高さ l の位置にふたがあり、管内が液体で満たされたまま円筒管が静止している。このときの、糸の張力の大きさを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 103

- ① mg ② $mg + \rho Slg$ ③ $mg + \rho S(L - l)g$
 ④ ρSLg ⑤ $mg + \rho SLg$ ⑥ ρSlg

問 4 図 3 のように、空気中で、閉管の開口端の近くに発振器につながれたスピーカーを置き、音波をスピーカーから発生させる。音波の振動数を 0 からゆっくりと増加させていくと、振動数 f_1 で最初の共鳴が生じた。さらに振動数を増加させていくと、振動数 f_2 で二回目の共鳴が生じた。

次に、図 4 のように、十分大きな箱にある気体を満たし、閉管とスピーカーを入れて同じ実験を行った。このとき、最初の共鳴は振動数 f_2 とほぼ同じ振動数で生じた。この気体中の音速(音の速さ)は空気中の音速の約何倍か。最も適当な数値を、後の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、閉管の開口端補正は無視できるものとする。 105 倍

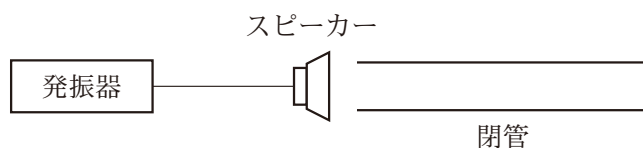


図 3

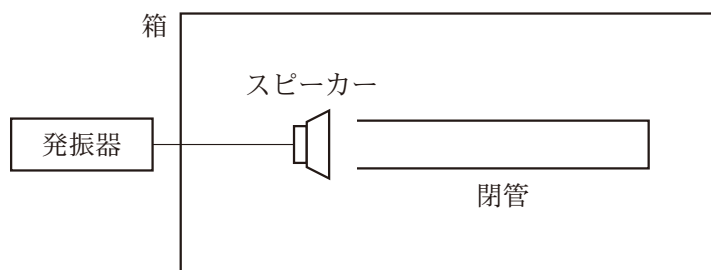


図 4

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

第2問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。(配点 18)

A 図1のように、水平面と 30° の角度をなすなめらかな斜面上で、小物体Aを斜面の下端から斜面に沿って上向きに速さ v_0 で打ち出したところ、小物体Aは斜面に沿って運動し、最高点に到達した後、出発点に戻ってきた。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

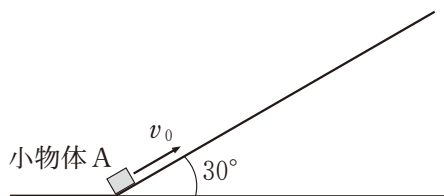


図 1



図 2

問1 小物体Aが打ち出されてから出発点に戻ってくるまでの、小物体Aの加速度の時間変化を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ここで、小物体Aが打ち出された時刻を0とし、斜面に沿って上向きを加速度の正の向きとする。

106

- ① 加速度
- ② 加速度
- ③ 加速度
- ④ 加速度
- ⑤ 加速度
- ⑥ 加速度

問 2 小物体 A が打ち出されてから最高点に到達するまでにかかる時間は、
図 2 のように、小物体 B が水平面から鉛直上向きに速さ v_0 で打ち出されて
から最高点に到達するまでにかかる時間の何倍か。最も適当な数値を、次の
①～⑥のうちから一つ選べ。 107 倍

- | | | |
|--------|-------|-------|
| ① 0.50 | ② 1.0 | ③ 1.4 |
| ④ 1.7 | ⑤ 2.0 | ⑥ 4.0 |

問 3 小物体 A が最高点に到達した後、出発点と最高点の midpoint を再び通過する
時の速さは、小物体 A の最初の速さ v_0 の何倍か。最も適当な数値を、次の
①～⑥のうちから一つ選べ。 108 倍

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 0.25 | ② 0.50 | ③ 0.71 |
| ④ 0.87 | ⑤ 1.0 | ⑥ 1.4 |

出題範囲：物理基礎

B 気球は、内部に軽い気体を入れることで、浮力を受けて大気中に浮かぶ。図3のように、内部の気体を含めた質量が M の気球に、二つのおもり A と B をつけたところ、地上から一定の高さで静止した。おもりの質量はどちらも m であり、重力加速度の大きさは g である。ただし、風の影響やおもりが受ける浮力は無視できるものとする。

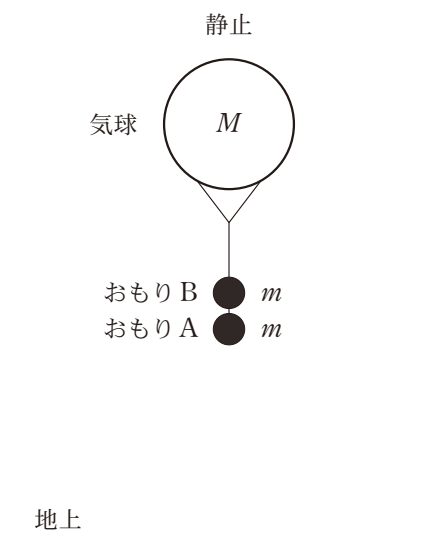


図 3

問 4 静止している状態で、気球にはたらく浮力の大きさを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 109

- | | | |
|--------|---------------|---------|
| ① Mg | ② $(M + m)g$ | ③ $2Mg$ |
| ④ mg | ⑤ $(M + 2m)g$ | ⑥ $2mg$ |

問 5 静止した気球からおもり A を静かにはなすと、図 4 のようにおもり A は自由落下をし、気球は上昇を始めた。気球が上昇中に、二つ目のおもり B を静かにはなすと、おもり B の高さとおもり B をはなした直後からの時間の関係を表すグラフとして最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。 110

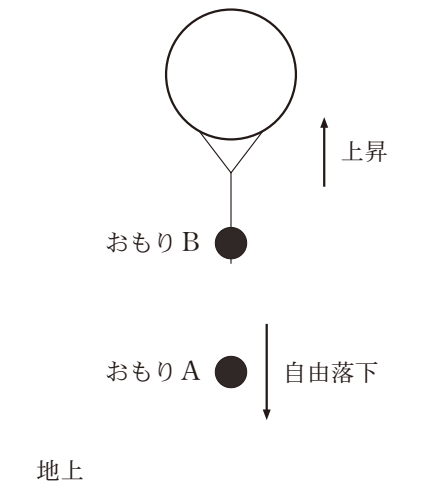
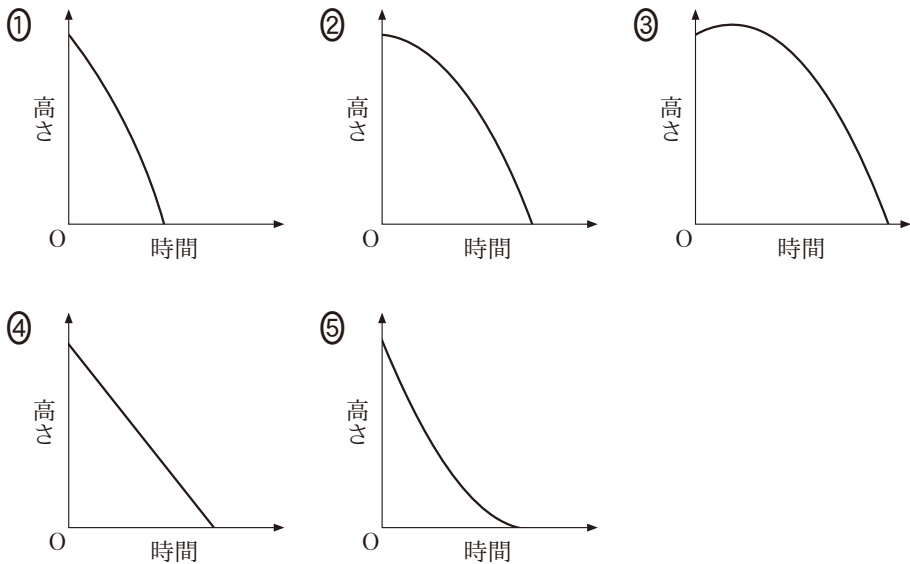
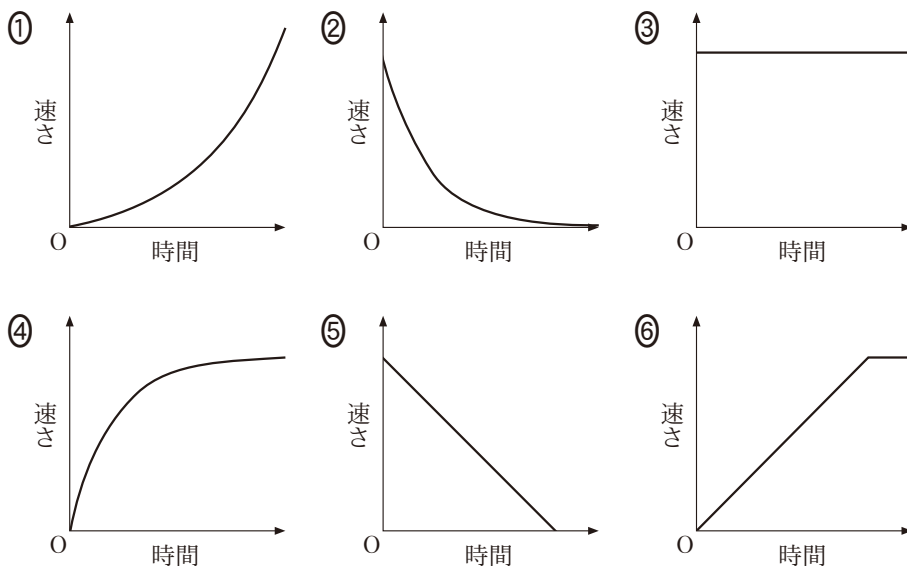


図 4



出題範囲：物理基礎

問 6 問 5 では空気抵抗を無視したが、実際に空気中を運動する物体は、空気抵抗の影響を受ける。空気抵抗を考慮した場合、地上から見たおもり A の速さと、静止した気球からおもり A をはなした直後からの時間の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 111



第3問 次の電流と磁場(磁界)に関する問い(問1～4)に答えよ。(配点 16)

問1 図1のように、南北方向に張った長い直線状の導線に電流を流し、方位磁針を用いて直線電流が周囲につくる磁場について調べた。導線の真下に方位磁針を置き、北から南の向きに一定の電流をしばらくの間だけ流した後に、電流を止めた。方位磁針のN極の振れ方として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 112

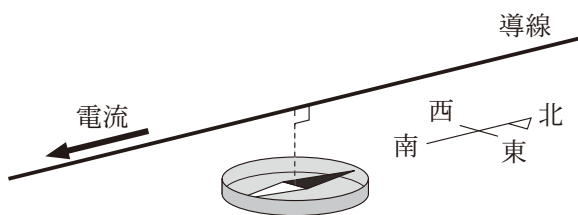


図 1

- ① 電流を流している間、方位磁針のN極は東向きに振れ、電流を止めると北向きに戻った。
- ② 電流を流している間、方位磁針のN極は西向きに振れ、電流を止めると北向きに戻った。
- ③ 電流を流し始めると、方位磁針のN極は一瞬東向きに振れて北向きに戻り、電流を止めると、方位磁針のN極は一瞬西向きに振れて北向きに戻った。
- ④ 電流を流し始めると、方位磁針のN極は一瞬西向きに振れて北向きに戻り、電流を止めると、方位磁針のN極は一瞬東向きに振れて北向きに戻った。

出題範囲：物理基礎

問 2 導線を円形にした場合の磁場について考える。図 2 のように、鉛直方向につるした円形の導線(コイル)に一定の電流を流し、棒磁石の N 極を右側からコイルの中心に向けてゆっくり近づけたところ、コイルが引きつけられた。一方で、図 3 のように、N 極を左側からゆっくり近づけるとコイルは反発した。この実験結果からコイルのつくる磁場を予想し、図 4 で示した水平面上に磁力線を描いた。磁力線の図として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。ここで、図 4 の黒丸 A, B は導線の水平面上での位置を表し、選択肢の黒丸とそれぞれ対応する。

113

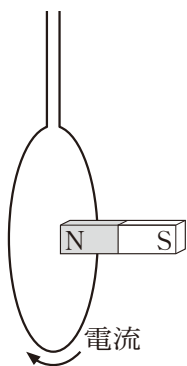


図 2

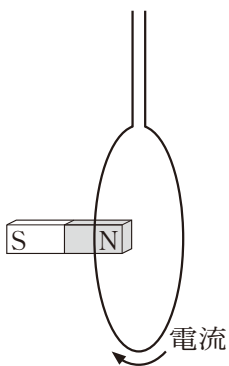


図 3

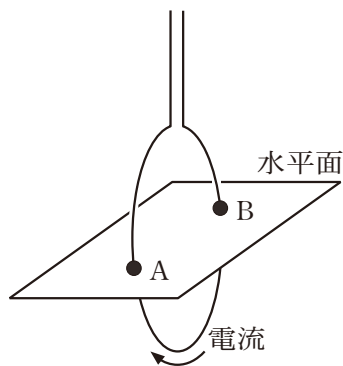
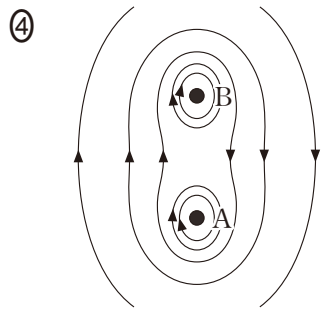
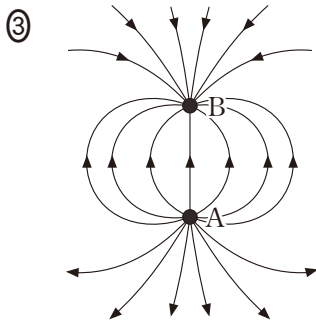
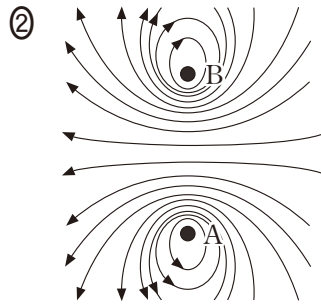
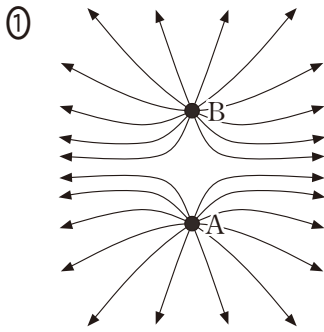


図 4



出題範囲：物理基礎

問 3 図 5 のように、コイルに検流計をつなぎ、棒磁石をコイルに近づけたり、遠ざけたりする実験を行う。検流計に流れる電流について書かれた次の文(a)～(d)から、正しいものを二つ選んだ組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 114

- (a) 棒磁石の向きを逆(図の下向きに S 極, 上向きに N 極)にすると, 電流の向きも逆になる。
- (b) 棒磁石を近づけるときも, 遠ざけるときも, 電流の向きは同じである。
- (c) 棒磁石の磁力(磁気力)が強いほど電流の大きさは大きい。
- (d) 棒磁石を動かす速さと電流の大きさは関係しない。

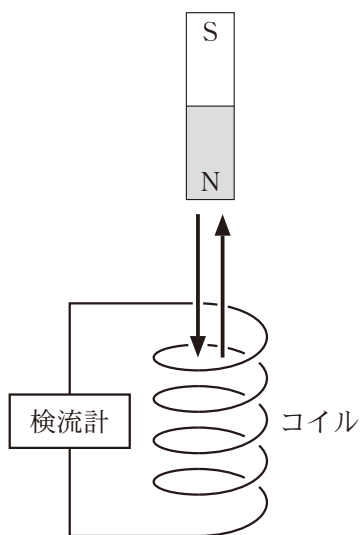


図 5

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① (a)と(b) | ② (a)と(c) | ③ (a)と(d) |
| ④ (b)と(c) | ⑤ (b)と(d) | ⑥ (c)と(d) |

問 4 図 6 のように，コイル A およびコイル B を同一の鉄心に巻きつけ，コイル A には 6600 V の交流電源を接続し，コイル B には $2\text{ k}\Omega$ ($2000\ \Omega$) の抵抗器を接続した。コイル A に流れる交流電流によって磁場を生じさせると，その磁場は鉄心を通してコイル B に影響を与え，電磁誘導によって起電力が発生し，抵抗器に電流が流れる。コイル B に接続した抵抗器に 50 mA (0.05 A) の交流電流が流れるようにするためには，コイル B の巻数はコイル A の巻数の何倍にすればよいか。最も適当な数値を，後の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，交流電圧や交流電流の大きさは実効値であり，また，電圧の変換過程で電気エネルギーの損失はないものとする。 115 倍

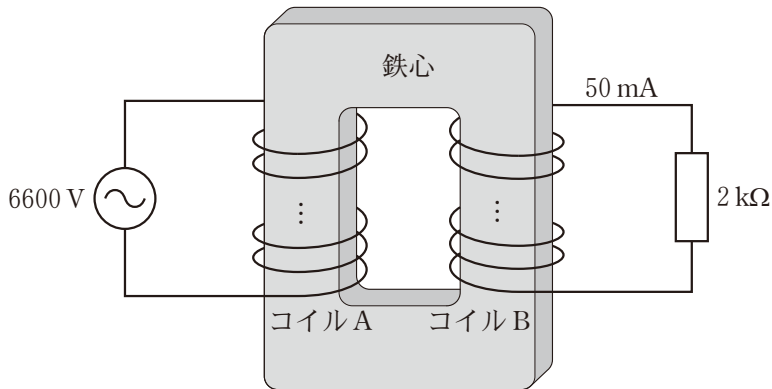


図 6

① $\frac{1}{6600}$

② $\frac{1}{2000}$

③ $\frac{1}{66}$

④ 66

⑤ 2000

⑥ 6600