

物理基礎・物理

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

問1 図1のように、物体AとおもりB(100g, 25cm³)を細い棒の両端に細くて軽い糸でつるして棒の中心を上から糸でつると、物体AとおもりBが水(1.0g/cm³)の中につかった状態で棒が水平の状態を保った。水の容器は一辺10cmの立方体の形であり、物体AとおもりBを水の中につけたときに水の高さは1.0cm上昇した。物体Aの質量はいくらか。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 g

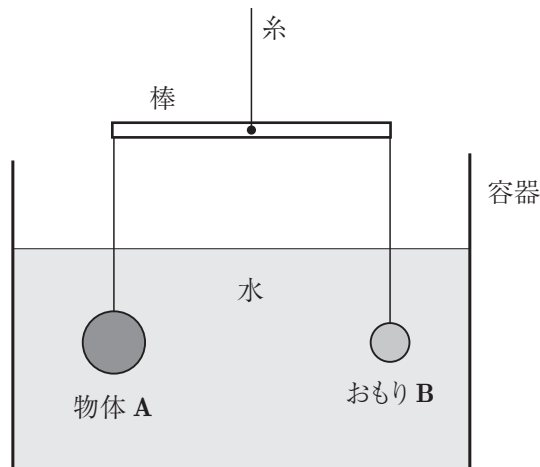


図 1

- ① 50 ② 75 ③ 100 ④ 150 ⑤ 175

問2 閉管(一端のみが閉じた管)内の気柱の固有振動について考える。次の文章中の **A** と **B** に入る数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、開口端補正は無視する。 **2**

気柱が5倍振動しているとき、波長は基本振動の場合の **A** 倍であり、定常波の腹の数は **B** つになる。

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

物理基礎・物理

問3 次の文章中の **ア** ~ **エ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **3**

図2のような直方体の金属板(導体)のY軸の正方向に電流 I を流し、Z軸の正方向に磁場 B を掛けた。電流は、金属中の自由電子の流れであり、Y軸の **ア** 方向に移動する。また、自由電子は磁場 B より力を受け、X軸の **イ** 方向に曲がって進むので、直方体の面 **A** は **ウ** に帯電する。これは、電子が **エ** を持つ証拠である。

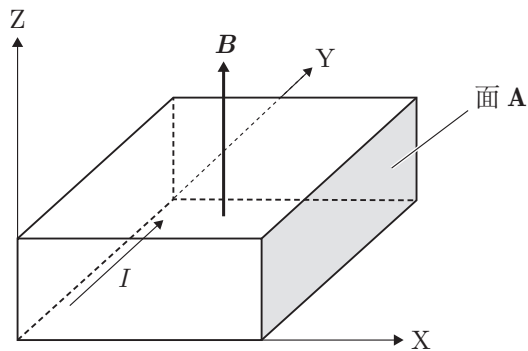


図 2

	ア	イ	ウ	エ
①	正	正	負	負電荷
②	正	負	正	負電荷
③	正	正	負	正電荷
④	正	負	正	正電荷
⑤	負	正	負	正電荷
⑥	負	負	正	正電荷
⑦	負	正	負	負電荷
⑧	負	負	正	負電荷

問4 次の文章中の に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

地球を球体であると仮定したとき、地球上の物質にはたらく重力は、地球の中心からの距離の二乗に反比例することが知られている。質量 m [kg] の物体が地表にある時に受ける重力を F_1 [N] とし、地表から高さ h [m] にある時に受ける重力を F_2 [N] とする。

$$\frac{F_2}{F_1} = 0.99 \text{ となる高さは } h = \text{オ} \text{ [m] である。}$$

ただし、地球の半径は 6.4×10^6 [m]、万有引力定数は 6.67×10^{-11} [$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$]、地球の質量は 6.0×10^{24} [kg] とする。

また、必要なら次の式を用いよ。

$$x \text{ が } a \text{ に比べて非常に小さい場合、} (a+x)^n \doteq a^n \left(1 + n \frac{x}{a} \right) \text{ と近似できる。}$$

- ① 1.6×10^4 ② 3.2×10^4 ③ 6.4×10^4
 ④ 1.3×10^5 ⑤ 3.2×10^5

問5 鉛直方向の静電場のある空間で、水平な地面からの高さが h の地点から、帯電していない質量 m の小物体を速さ v_0 で水平に射出したところ、射出地点から水平方向に L だけ隔たった地点に着地した。次に、この小物体に電荷 q ($q > 0$) を与えてから同じ実験を行ったところ、射出地点から水平方向に $2L$ だけ隔たった地点に着地した。静電場の値はどうなるか。次の①～④のうちから最も適当なものを一つ選べ。ただし、鉛直上向きを正、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視する。

- ① $\frac{3gm}{4q}$ ② $\frac{gm}{2q}$ ③ $-\frac{gm}{q}$ ④ $-\frac{3gm}{q}$

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

自然長 l_0 、バネ定数 k の軽いバネを地面に鉛直に立て、上端に質量 m の小さいおもりを取り付け、下端は地面に固定した。ただし、すべての問いでおもりは鉛直方向にのみ運動し、バネが傾くことはないものとする。円周率を π 、(地球の)重力加速度の大きさを g とし、風や空気抵抗の影響は無視する。また、自然長 l_0 は十分に長いものとする。

問1 おもりが受ける力が釣り合っているとき、バネは自然長よりも l' だけ縮んでいるとする。 l' として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

$l' =$

- ① $\sqrt{\frac{k}{m}}$ ② $\sqrt{\frac{m}{k}}$ ③ $\frac{m^2 g^2}{2k}$ ④ $\frac{mg}{k}$ ⑤ mgk

問2 バネを手で押して自然長よりも L だけ縮んだところで静かに手を離れたところ、おもりが振動し始めた。この振動の周期 T はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、 $L > l'$ とする。 $T =$

- ① $\sqrt{\frac{k}{m}}$ ② $\sqrt{\frac{m}{k}}$ ③ $\frac{m^2 g^2}{2k}$ ④ $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

問3 月面で**問2**と同じ実験を行う(バネの一端を月の地面に固定し自然長よりも L だけ縮んだ状態から静かに振動させ始める)と、おもりの振動の周期はどうなるか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。ただし、月の重力は地球の重力の $\frac{1}{6}$ 倍である。

- ① T と同じになる ② T より小さくなる ③ T より大きくなる

問4 問3のとき、振動するおもりの速さの最大値は、月面では地球で同じ実験をした場合とくらべてどうなるか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 4

- ① 同じになる ② 小さくなる ③ 大きくなる

問5 同じバネの一端を天井に固定し、他端に質量 m の小さいおもりを取り付けてぶら下げた。その後、バネを手で縮め、バネが自然長よりも L だけ縮んだ状態で静かに手を離れたところ、おもりは振動し始めた。これを月で行うと、振動するおもりの速さの最大値は地球で同じ実験をした場合とくらべてどうなるか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 5

- ① 同じになる ② 小さくなる ③ 大きくなる

第3問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

図1のように、直流電源(電圧 E) と三つの抵抗(抵抗値 R_1, R_2, R_3)、および、条件により抵抗値の変化する抵抗 X をつないで回路を作る。ただし、上にあげた抵抗以外、回路の抵抗は無視できるとする。

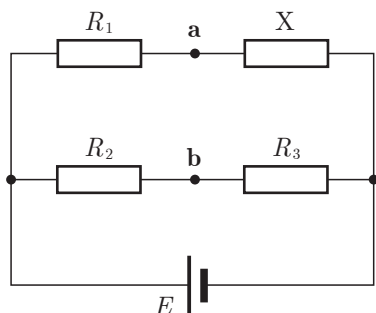


図 1

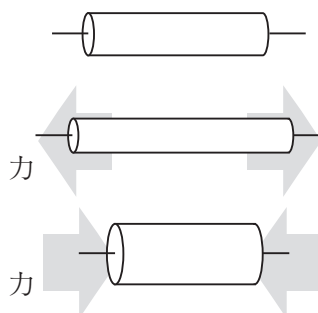


図 2

問1 図1における回路の点 a 、 b 間の電位差がゼロのとき、抵抗 X の抵抗値はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{R_1 R_3}{R_2}$ ② $\frac{R_1 R_2}{R_3}$ ③ $\frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_2 + R_3 - R_1}$ ④ $R_2 + R_3 - R_1$

問2 図2のように、抵抗 X は細長い円柱形の導体であり、力がかかると力の方向に依存して、より細く長い円柱形、あるいは、より太く短い円柱形に変形する。ただし、変形しても体積は変わらないとする。今、力がかかって X の長さが k 倍になったとき、 X の抵抗値は元の何倍になるか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 倍

- ① 1 ② k ③ k^2 ④ $\frac{1}{k}$ ⑤ $\frac{1}{k^2}$

問3 次の文章中の **ア** と **イ** に入る語の組合せとして正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

Xの抵抗値が少し大きくなったとき、 R_1 の抵抗を流れる電流は **ア** なり、点bに対する点aの電位は **イ**。

	ア	イ
①	大きく	上がる
②	大きく	下がる
③	小さく	上がる
④	小さく	下がる

問4 Xの抵抗値が R_X のとき、Xの消費電力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

- ① $\frac{E^2}{R_X}$ ② ER_X^2 ③ $\frac{E^2}{R_1 + R_X}$ ④ $\frac{E^2 R_X}{(R_1 + R_X)^2}$

問5 Xの抵抗値が、今、 R_1 に等しいとする。ここからXの抵抗値が $\frac{R_1}{2}$ まで小さくなると、Xの消費電力はどうなるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 大きくなる ② 小さくなる
③ 変化しない ④ 情報不足でわからない

第4問 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 5] (配点 25)

図1のように、間隔が d の二つのスリット(A, B)のある板と、この板より L 離れたところにスクリーンが設置されている。スリットA, Bを同じ位相の単色光が通過する場合を考える。図にあるように、スリットA, Bの中央を通る線とスクリーンの交点をOとしたとき、Oでは明線が現れる。またその隣に、図のようにOより x 離れた P_1 で明線が観察された。当然、Oに対して P_1 と逆側の x 離れた点でも明線が観測されるが、ここでは、 P_1 についてだけ考える。

ただし、 x と d は L に比べ、非常に小さいとする。また、 α が1に比べ非常に小さい場合は、 $(1 + \alpha)^n \doteq 1 + n\alpha$ が成り立つとする。

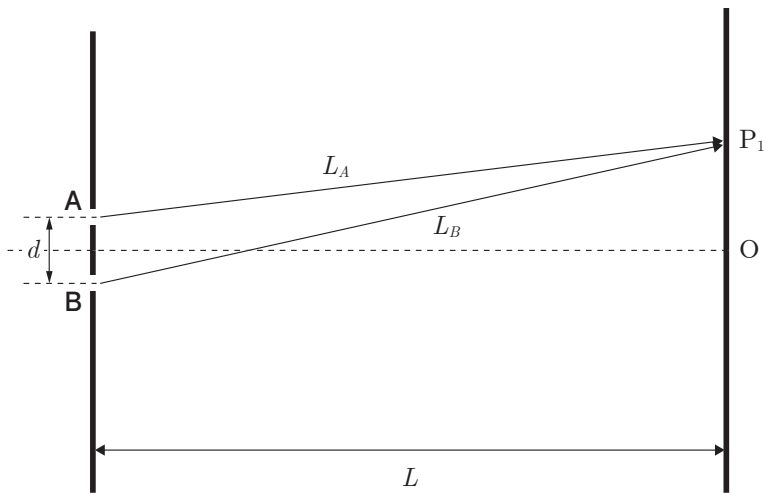


図 1

問1 次の文章中の と に入れるのに最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

AP₁ および AP₂ 間の距離をそれぞれ L_A , L_B ($\overline{AP_1} = L_A$, $\overline{BP_1} = L_B$) としたとき、
 $L_A =$, $L_B =$ となる。

① $L \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{L} \left(x + \frac{d}{2} \right) \right\} \right]$ ② $L \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{L} \left(x + \frac{d}{2} \right) \right\}^2 \right]$

③ $L \left[1 - \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{L} \left(x + \frac{d}{2} \right) \right\}^2 \right]$ ④ $L \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{L} \left(x - \frac{d}{2} \right) \right\} \right]$

⑤ $L \left[1 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{L} \left(x - \frac{d}{2} \right) \right\}^2 \right]$ ⑥ $L \left[1 - \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{L} \left(x - \frac{d}{2} \right) \right\}^2 \right]$

問2 次の文章中の と に入れるのに最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

問1より、 $L_B - L_A =$ となり、P₁に明線が現れるには、光の波長を λ として、 の条件が成り立つ必要がある。

① $\frac{xd}{L}$ ② xdL ③ $\frac{xd}{L} = \frac{3}{2}\lambda$

④ $xdL = \frac{3}{2}\lambda$ ⑤ $\frac{xd}{L} = \lambda$ ⑥ $xdL = \lambda$

物理基礎・物理

問3 次の文章中の **ア** と **イ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

このように、明線が不連続に現れる現象を **ア** と呼び、光以外にも音や、水面の波、電子線などでもみられる現象である。用いる波の波長が短くなると、 x の値は **イ**。

	ア	イ
①	回折	大きくなる
②	回折	小さくなる
③	干渉	小さくなる
④	干渉	大きくなる

(下書き用紙)