

# 物 理 I

(全 問 必 答)

第1問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 30)

それぞれ一様な3枚の薄い長方形の板 A, B, C を組み合わせて、左右対称な「エ」の字形の断面を持つ物体 D を作った。そして、水平な床に固定された、高さの等しいまっすぐな2本の細いレール E, F の上に物体 D を置いた(図1)。水平な2枚の板 A, C と鉛直に立てられた板 B は互いに強固に接続されている、物体 D 全体を剛体とみなすことができる。さらに、レール E, F は板 B に対して平行であり、板 C の全長がレール E, F の上のっている。物体 D の質量を  $M$ 、重心を点 O とし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。ただし、物体 D とレール E, F の間の静止摩擦係数は十分に大きく、物体 D がレールに対して滑ることはない。

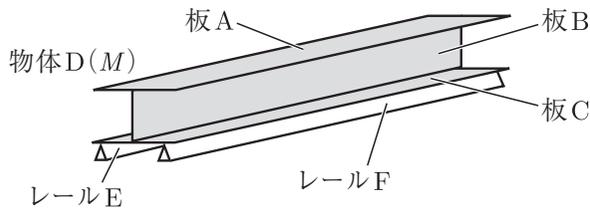


図 1

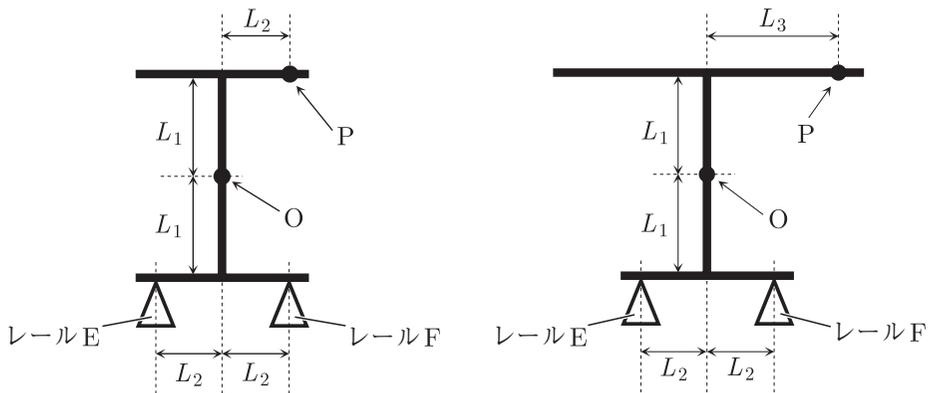


図 2

図 3

問1 板 A, B, C に対して垂直で点 O を含む断面が図 2 のようである場合について考える。各部位の長さは図中に示した通りである。図 2 に示した点 P に、質量  $m$  のおもりを軽い糸で静かにつるした。このとき、レール F が接している箇所まわりの力のモーメントのつりあいの式から考えて、物体 D がレール E から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

1

①  $\frac{Mg}{2}$       ②  $\frac{(m+M)g}{2}$       ③  $\frac{(2m+M)g}{2}$       ④  $\frac{L_1Mg}{2L_2}$

問2 問1 のとき、物体 D がレール F から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

①  $\frac{Mg}{2}$       ②  $\frac{(m+M)g}{2}$       ③  $\frac{(2m+M)g}{2}$       ④  $\left(m+M-\frac{L_1M}{2L_2}\right)g$

問3 板 A, B, C に対して垂直で点 O を含む断面が図 3 のようである場合について考える(ただし、 $L_3 > L_2$  とする)。図 3 に示した点 P に質量  $m$  のおもりを軽い糸で静かにつるした。このとき、物体 D がレール E から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

①  $\frac{gL_1(M-2m)}{2L_2}$       ②  $\frac{mg}{2} + \frac{(L_1M-L_3m)g}{2L_2}$   
 ③  $\frac{Mg}{2} - \frac{L_1mg}{L_2}$       ④  $\frac{(m+M)g}{2} - \frac{L_3mg}{2L_2}$

物理 I

問4 問3のとき、物体DがレールFから受ける垂直抗力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ①  $(m+M)g - \frac{L_1(M-2m)g}{2L_2}$       ②  $\frac{(m+2M)g}{2} + \frac{(L_3m-L_1M)g}{2L_2}$   
③  $\frac{(2m+M)g}{2} + \frac{L_1mg}{L_2}$       ④  $\frac{(m+M)g}{2} + \frac{L_3mg}{2L_2}$

問5 問3において、 $L_1 = L_3 = 2L_2$ であるとき、物体Dが転倒しない条件として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ①  $\frac{m}{2} \leq M$       ②  $m \leq M$       ③  $2m \leq M$       ④  $4m \leq M$

問6 問3において、 $m = M$ であるとき、物体Dが転倒しない条件として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ①  $L_3 \leq 2L_2$       ②  $2L_1 \leq L_2$       ③  $L_3 \leq L_1 + L_2$       ④  $L_1 \leq L_3 + L_2$

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 6] (配点 30)

図1～4において、それぞれのばねの重さは無視できるものとする。

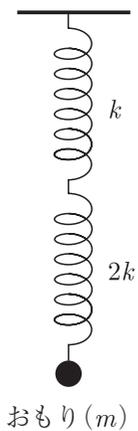


図 1

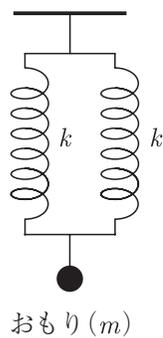


図 2

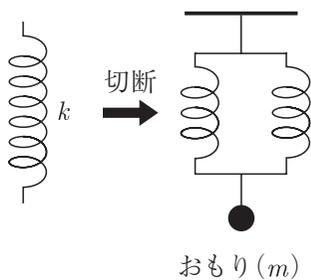


図 3

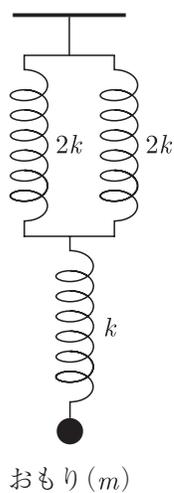


図 4

問1 図1のように、ばね定数  $k$  のばねとばね定数  $2k$  のばねとを直列に接続し、質量  $m$  のおもりをつるして静止させた。下側のばねの伸びはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

1

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

問2 図1の場合、二つのばねを一つのばねとみなしたときのばね定数はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

2

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

問3 図2のように、ばね定数  $k$  のばねを2本並列に接続した場合、二つのばねを一つのばねとみなしたときのばね定数はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3

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

問4 図3のように、ばね定数  $k$  のばねを中央で半分に切断し、2本を並列に接続した場合、二つのばねを一つのばねとみなしたときのばね定数はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

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

物理 I

問5 図4のように3本のばねを接続した場合、三つのばねを一つのばねとみなしたときのばね定数はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5

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

問6 図5のように、ばね定数  $k_1$  のばねとばね定数  $k_2$  のばねとが直列に接続されており、天井と床との間の高さを、2本ともばねの長さが自然長  $L$  の状態になるように調整した。その後、図6のように、2本のばねの中央に質量  $m$  のおもりをつけ、おもりをゆっくりと移動したら、長さ  $d$  だけ下がった位置でつりあった。ただし、ばねの重さは無視できるものとし、おもりは鉛直線上を移動するものとする。おもりにはたらく重力と2本のばねから受ける力のつりあいの式として正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

6

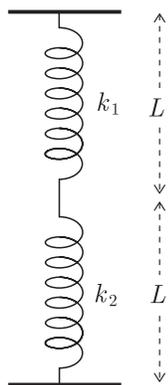


図 5

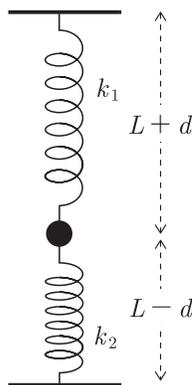


図 6

- ①  $k_1 d + k_2 d = mg$       ②  $k_1 d - k_2 d = mg$   
 ③  $k_1 d + 2k_2 d = mg$       ④  $k_1 d - 2k_2 d = mg$   
 ⑤  $k_1 \frac{d}{2} + k_2 \frac{d}{2} = mg$

**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、広くて、深さが一様な水面上に、3点 A, B, Cがある。2点 A, Bから波長 $\lambda$ , 振動数 $f$ の波が、同位相で送り出されている。ただし、 $AB=12\lambda$ ,  $AC=16\lambda$ ,  $\angle BAC=90^\circ$ とする。

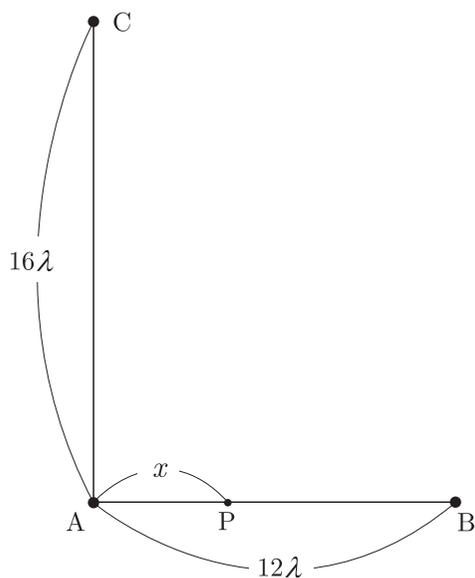


図 1

問1 波の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $f\lambda$                       ②  $\frac{\lambda}{f}$                       ③  $\frac{f\lambda}{2}$                       ④  $\frac{\lambda}{2f}$

問2 線分 AB 上の点 P ( $AP = x$ ) において, A, B からの二つの波が強めあって定常波の腹となっているとき, 次の式中の空欄  に入る値として正しいものを, 下の①~④のうちから一つ選べ。ただし,  $0 < x \leq 6\lambda$  とする。

$$x = 6\lambda - \text{} \times m \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

- ①  $\lambda$                       ②  $2\lambda$                       ③  $\frac{\lambda}{2}$                       ④  $\frac{\lambda}{4}$

問3 線分 AB (両端を除く) 上で, A, B からの二つの波が強めあって定常波の腹となっている点は何個あるか。正しいものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。

個

- ① 20                      ② 21                      ③ 22                      ④ 23

問4 A, B から出た二つの波は点 C ではどのような状態であるか。正しいものを, 次の①~③のうちから一つ選べ。

- ① 強めあっている              ② 弱めあっている              ③ どちらともいえない

問5 線分 AC (両端を除く) 上で, A, B からの二つの波が弱めあって振幅がゼロとなっている点は何個あるか。正しいものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。

個

- ① 7                      ② 8                      ③ 9                      ④ 10

**第4問** 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 15)

図1のように、 $R[\Omega]$ の電気抵抗2個と $2R[\Omega]$ の電気抵抗1個と起電力 $E[V]$ の直流電源A、Bと切り替えスイッチSとを接続した。3個の電気抵抗以外の回路の抵抗は、すべて無視できるものとする。

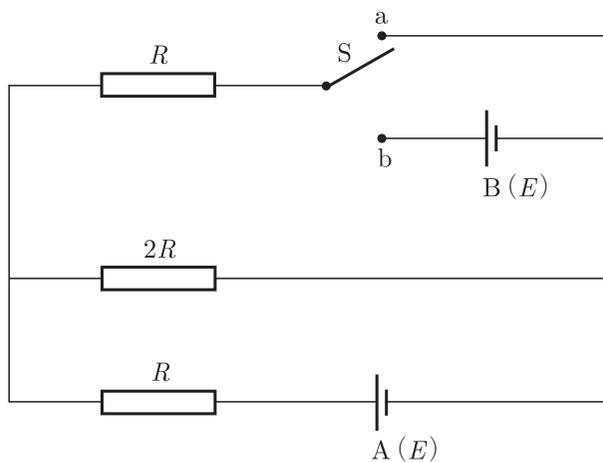


図 1

問1 切り替えスイッチ S を端子 a に入れたとき、直流電源 A を流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

①  $\frac{E}{5R}$

②  $\frac{2E}{5R}$

③  $\frac{3E}{5R}$

④  $\frac{4E}{5R}$

問2 切り替えスイッチ S を端子 b に入れたとき、直流電源 A を流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

①  $\frac{E}{5R}$

②  $\frac{2E}{5R}$

③  $\frac{3E}{5R}$

④  $\frac{4E}{5R}$

問3 問2において、電気抵抗 3 個での消費電力の和はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

①  $\frac{E^2}{5R}$

②  $\frac{2E^2}{5R}$

③  $\frac{3E^2}{5R}$

④  $\frac{4E^2}{5R}$