

# 物理基礎・物理

(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)

図1のように、物体A(質量  $M$  [kg])を傾きの角  $\theta$  の斜面上端近くに置き、はじめは動かないように手で押さえておく。物体Aと物体B(質量  $m$  [kg])を軽く伸びない糸でつなぎ、斜面上端に固定した軽い滑車から物体Bをつるす。物体Aから手を離すと、物体Aは斜面を下り出した。斜面は地点aまでは滑らかであるが、地点aからbでは動摩擦係数  $\mu_1'$  の摩擦が生じ、地点bより下の斜面では動摩擦係数  $\mu_2'$  の摩擦が生じる。糸は充分長く、物体Aは地点bより充分下まで斜面を下ることができるとし、また物体Aの大きさに比べて地点a-b間の距離は充分長いとする。重力加速度は  $g$  [m/s<sup>2</sup>]とする。図2は、物体Aが下りはじめてからの経過時間と物体Aの速さの関係を表すグラフである。

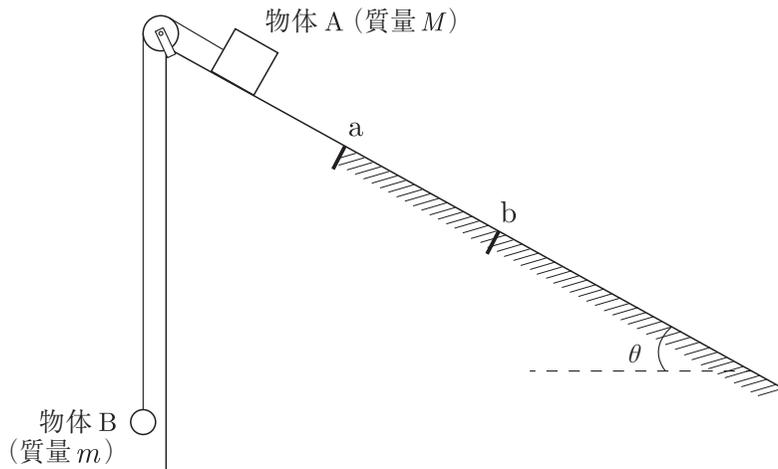


図 1

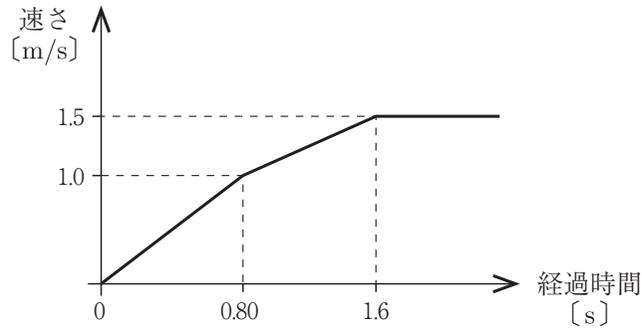


図 2

問1 物体 A が下りはじめてからまだ地点 a より上にあるとき、物体 A の加速度の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- ①  $\frac{(M \sin \theta - m)g}{M + m}$       ②  $\frac{(M \cos \theta - m)g}{M + m}$       ③  $\frac{(M - m)g}{M + m}$   
 ④  $\frac{(M - m)g}{M \sin \theta + m}$       ⑤  $\frac{(M - m)g}{M \cos \theta + m}$

問2 問1において、糸の張力はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ①  $\frac{Mmg}{M \sin \theta + m}$       ②  $\frac{Mmg}{M \cos \theta + m}$       ③  $mg$   
 ④  $\frac{(\sin \theta + 1)Mmg}{M + m}$       ⑤  $\frac{(\cos \theta + 1)Mmg}{M + m}$

問3 図2から、物体 A が地点 a - b 間にあるときの、物体 A の加速度の大きさ [m/s<sup>2</sup>] はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3 [m/s<sup>2</sup>]

- ① 0.25      ② 0.63      ③ 0.94      ④ 1.2      ⑤ 1.6

物理基礎・物理

問4 図2から、地点a-b間の距離〔m〕はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4〔m〕

- ① 0.20      ② 0.40      ③ 0.60      ④ 0.80      ⑤ 1.0

問5 地点bを通過後、物体Aは一定の速度 $v$ で斜面を下りていった。このときの糸の張力はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ①  $\frac{Mmg}{M(\sin\theta - \mu'_2\cos\theta) + m}$       ②  $\frac{Mmg}{M(\cos\theta - \mu'_2\sin\theta) + m}$       ③  $mg$   
④  $\frac{(\sin\theta + \mu'_2\cos\theta + 1)Mmg}{M + m}$       ⑤  $\frac{(\cos\theta + \mu'_2\sin\theta + 1)Mmg}{M + m}$

問6 問5のとき、動摩擦力のする仕事の量だけ全体の力学的エネルギーは減少していく。減少していく力学的エネルギーは毎秒いくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ①  $\mu'_2Mgv\sin\theta$       ②  $\mu'_2Mgv\cos\theta$       ③  $\frac{1}{2}\mu'_2Mv^2\sin\theta$       ④  $\frac{1}{2}\mu'_2Mv^2\cos\theta$

**第2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4個(ア～エ)と起電力  $E[V]$ の直流電源1個と、切り替えスイッチ2個(A・B)を接続した。4個の電気抵抗以外の回路の抵抗は全て無視できるものとする。最初、スイッチA、Bは両方とも開いていた。

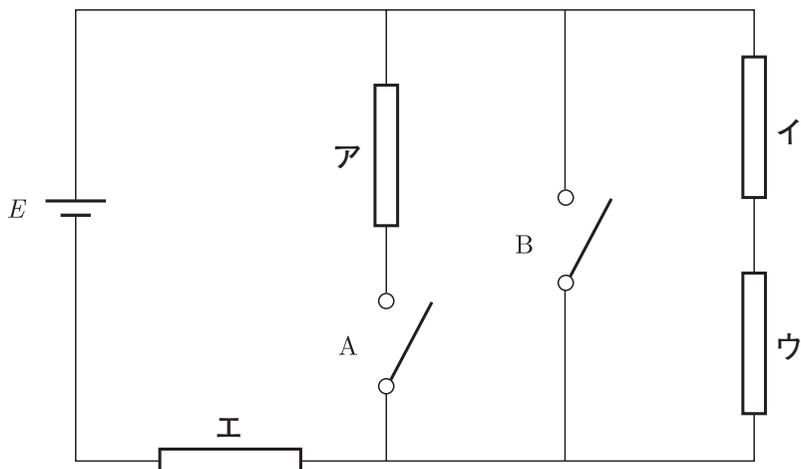


図 1

問1 スイッチ A と B が開いているとき、電気抵抗  $\mathbf{I}$  を流れる電流の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1 [A]

- ①  $\frac{3E}{R}$       ②  $\frac{2E}{R}$       ③  $\frac{E}{R}$       ④  $\frac{E}{2R}$       ⑤  $\frac{E}{3R}$       ⑥ 0

問2 その後、スイッチ A を閉じた(Bは開いたまま)。このとき、電気抵抗  $\mathbf{A}$  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 [A]

- ①  $\frac{E}{5R}$       ②  $\frac{2E}{5R}$       ③  $\frac{3E}{5R}$       ④  $\frac{4E}{5R}$

問3 その後、スイッチ B も閉じた(Aも閉じている)。このとき、回路に含まれる全ての電気抵抗での消費電力の和は、スイッチ B を閉じる前(Aは閉じている)と比べてどうなるか。正しいものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 3

- ① 等しい      ② 大きい      ③ 小さい

**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、水面上で16cm離れた2点A、Bから波長4cm、振幅1cmの等しい波が同じ位相で出ている。波は波源から遠ざかっても減衰しないとする。なお、図の同心円の大きさに意味はなく、波が出ていることを表しただけである。

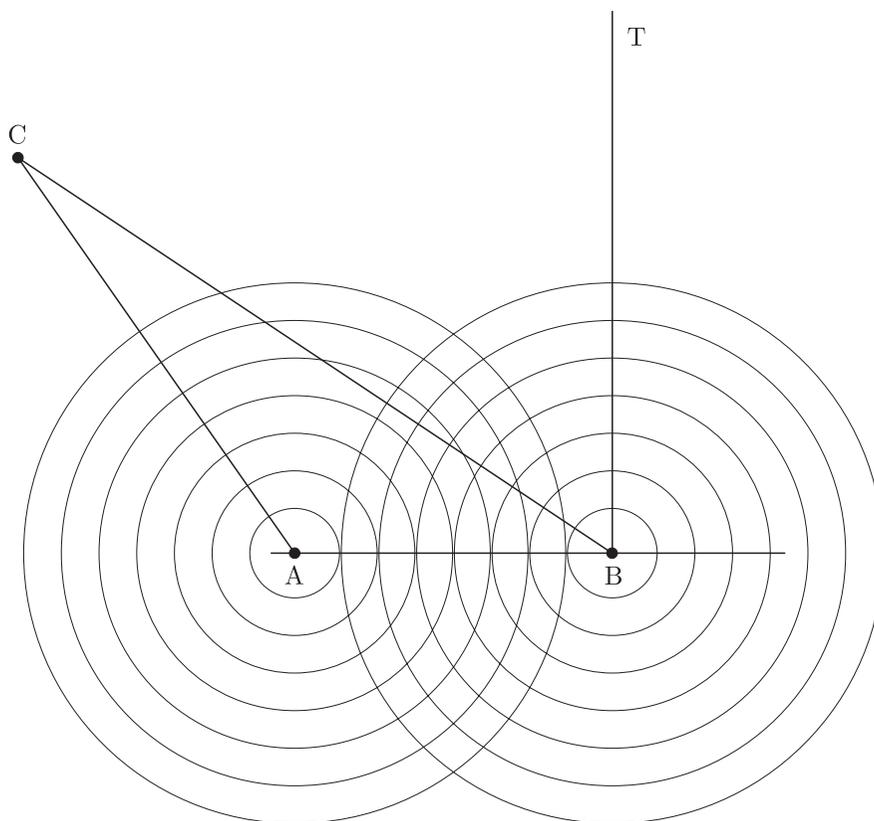


図 1

問1 A から 25 cm, B から 37 cm の点 C での合成波の振幅はいくらか。最も適当な数値を, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。  cm

- ① 0      ② 0.5      ③ 1      ④ 1.6      ⑤ 2      ⑥ 4

問2 線分 AB 上で全く振動しない点(節)はいくつあるか。正しいものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし, 点 A, B は除く。  個

- ① 2      ② 4      ③ 5      ④ 7      ⑤ 8      ⑥ 16

問3 AB と垂直な半直線 BT 上で全く振動しない点(節)はいくつあるか。正しいものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし, 点 B は除く。  個

- ① 4      ② 5      ③ 7      ④ 8      ⑤ 16      ⑥ 32

問4 問3 の振動しない点のうち, B から最も遠い点は B からいくらの距離にあるか。最も適当な数値を, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。  cm

- ① 49      ② 56      ③ 63      ④ 72      ⑤ 87      ⑥ 94

問5 波源 A, B の振動の位相が逆である場合, 線分 AB 上で全く振動しない点(節)はいくつあるか。正しいものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし, 点 A, B は除く。  個

- ① 2      ② 4      ③ 5      ④ 7      ⑤ 8      ⑥ 16

**第4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)

図1において、鉛直な壁は滑らかで、質量  $M$  の棒は床から受ける静止摩擦力により静止状態を保っている。棒の長さは  $10l$ 、壁と床が交わる点  $O$  から棒の下端  $B$  までの距離は  $6l$  であるものとし、重力加速度を  $g$  とする。

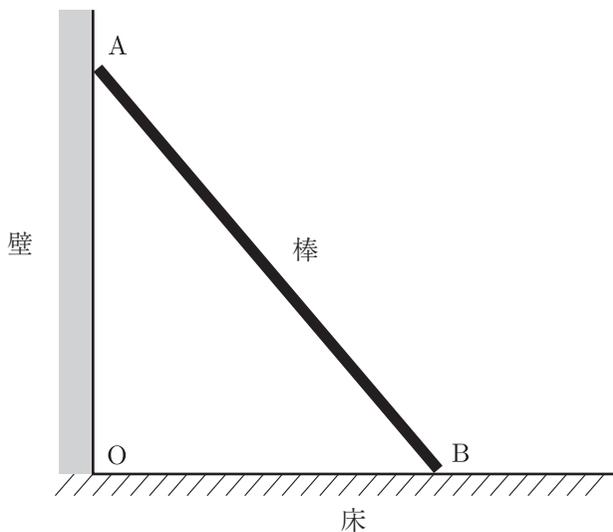


図 1

**問1** 棒の下端  $B$  のまわりのモーメントのつり合いから、棒の上端  $A$  が壁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  $\frac{3}{5}Mg$

②  $\frac{4}{5}Mg$

③  $\frac{3}{4}Mg$

④  $\frac{3}{8}Mg$

問2 鉛直方向の力のつり合いから、棒の下端 B が床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  $Mg$                       ②  $\frac{6}{5}Mg$                       ③  $2Mg$                       ④  $\frac{5}{3}Mg$

問3 水平方向の力のつり合いから、棒の下端 B が床から受ける静止摩擦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  $\frac{3}{5}Mg$                       ②  $Mg$                       ③  $\frac{3}{8}Mg$                       ④  $2Mg$

問4 棒の下端 B が床から受ける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  $\frac{2}{3}Mg$                       ②  $\frac{\sqrt{21}}{8}Mg$                       ③  $\frac{\sqrt{73}}{8}Mg$                       ④  $\frac{7}{8}Mg$

問5 棒が床から受ける静止摩擦力により静止状態を保つためには、静止摩擦係数  $\mu$  はある値より大きくなければならない。この値として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ①  $\frac{1}{4}$                       ②  $\frac{3}{8}$                       ③  $\frac{1}{2}$                       ④  $\frac{2}{3}$

問6 棒に質量  $5M$  のおもりをつけて、おもりを取り付ける位置を図1の下端 B より徐々に上端 A に向かってずらしていったら、下端 B からの距離が  $8l$  のときに、棒が床から滑って倒れた。このときの、床と棒との間の静止摩擦係数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ①  $\frac{1}{2}$                       ②  $\frac{3}{8}$                       ③  $\frac{7}{15}$                       ④  $\frac{9}{16}$