



注意 答の四角い枠の中の数字は解答番号である。解答は解答用紙の指定された解答番号の解答欄にマークすること。

1 電動クレーンを用いて質量  $10 \text{ kg}$  の小物体を水面からある高さに一定の力を加えてもち上げた。次に、小物体をこの高さから自由落下させたところ、 $2.0 \text{ 秒}$ 後に水面に到達した。自由落下を開始する時刻を  $t = 0.0 \text{ s}$ 、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$ として、以下の問いに答えよ。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

(1) 電動クレーンを用いて小物体をもち上げるために、 $100 \text{ V}$ 、 $3.0 \text{ A}$ の電力を  $2.0 \text{ 分間}$ 使用した。使用した電力量は何  $\text{Wh}$ か。次の①～⑤のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ① 10
- ② 20
- ③ 60
- ④ 100
- ⑤ 600

答

(2)  $t = 0.0$  から  $2.0 \text{ s}$ の間の小物体の速さ  $v$ はどのように変化するか。物理記述問題の解答用紙内のグラフに解答を記載せよ。グラフの縦軸には適切な数値を記載すること。

答

(3) 位置エネルギーの基準を水面にとると、 $t = 1.0 \text{ s}$ における小物体がもつ力学的エネルギーを有効数字2桁で答えよ。

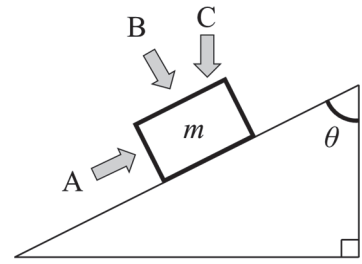
答  .   $\times 10^{\text{$  J

(4) 小物体が水面に到達したとき、 $1.7 \times 10^2 \text{ Hz}$ の音が聞こえた。この音の波長を有効数字2桁で答えよ。ただし、音速を  $3.4 \times 10^2 \text{ m/s}$ とする。

答  .  m

2

図のように、上方の角度が $\theta$ のあらい斜面上に質量 $m$ の物体が置かれている。静止摩擦係数を $\mu$ 、動摩擦係数を $\mu'$ 、重力加速度の大きさを $g$ 、物体の垂直抗力の大きさを $N$ として、以下の問いに答えよ。ただし、 $\mu' > 0$ とし、空気抵抗は無視する。



(1) 物体の垂直抗力の大きさ $N$ はどれか。次の①～⑤のうち最も適切なもの一つ選べ。

- ①  $m$
- ②  $mg$
- ③  $mg \sin \theta$
- ④  $mg \cos \theta$
- ⑤  $mg \tan \theta$

答 7

(2) 静止している物体が滑り出さない条件はどれか。次の①～⑧のうち最も適切なもの一つ選べ。

- ①  $mg \leq \mu' N$
- ②  $mg \leq \mu N$
- ③  $mg \sin \theta \leq \mu' N$
- ④  $mg \sin \theta \leq \mu N$
- ⑤  $mg \cos \theta \leq \mu' N$
- ⑥  $mg \cos \theta \leq \mu N$
- ⑦  $mg \tan \theta \leq \mu' N$
- ⑧  $mg \tan \theta \leq \mu N$

答 8

(3) 物体が滑り出した後の物体の加速度はどれか。次の①～⑧のうち最も適切なもの一つ選べ。

- ①  $g \sin \theta$
- ②  $g \cos \theta$
- ③  $g \sin \theta - \mu' N$
- ④  $g \sin \theta - \frac{\mu' N}{m}$
- ⑤  $g \cos \theta - \mu' N$
- ⑥  $g \cos \theta - \frac{\mu' N}{m}$
- ⑦  $g \tan \theta - \mu' N$
- ⑧  $g \tan \theta - \frac{\mu' N}{m}$

答 9

(4) 滑り出した物体を静止するためには、以下の a～c のどの方法が有効か。次の①～⑦のうち適切な組み合わせを選べ。

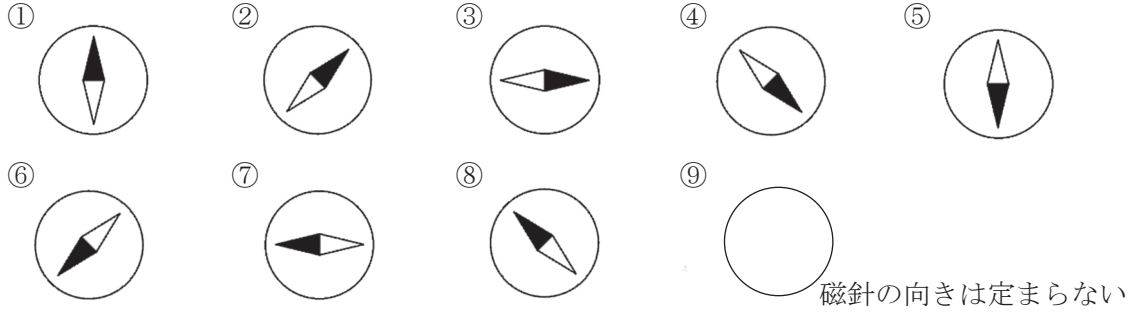
- a : A の向きに力を加える。A は斜面水平とする。
- b : B の向きに力を加える。B は斜面垂直とする。
- c : C の向きに力を加える。C は鉛直下向きとする。

- ① a のみ有効
- ② b のみ有効
- ③ c のみ有効
- ④ a と b が有効
- ⑤ a と c が有効
- ⑥ b と c が有効
- ⑦ 全て有効

答 10

3

[1] 方位磁石の磁針は、北を指す方に色を塗り、方角が分かるようにしてある。次の各点に置かれた方位磁石は、上から見るとどの向きを指すか。次の図の①～⑨のうち最も近いものを1つ選べ。ただし、各問の磁石の作る磁場や電流の作る磁場は地球の作る磁場より十分大きいものとする。



(1) 図1のように水平面上に置いた棒磁石近くの点A

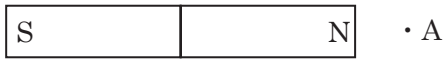


図1

答 11

(2) 図2のように水平面上に固定した強さの等しい2本の棒磁石から等距離の点B

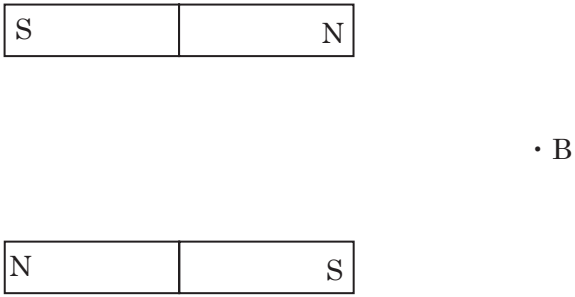
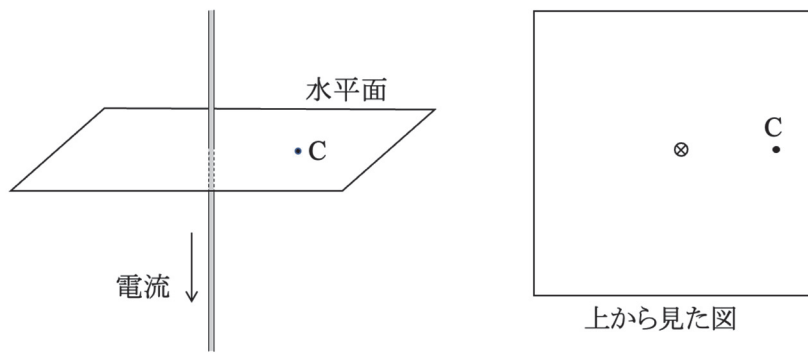


図2

答 12

(3) 図3のように鉛直方向に張った電線に下向きに直流電流を流したときの点C



⊗ は、紙面の表から裏に貫く向きを表す。

図3

答 13

(4) 図4のように円柱状の鉄心にコイルを巻いた電磁石を水平面におき、電池をつないだときの点D

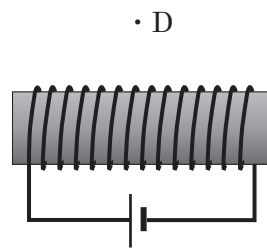


図4

答 14

[2] 発電所からの送電について次の各問に答えよ。

(1) 発電所の発電機の出力量が  $1.0 \times 10^4 \text{ V}$  であったとする。  $4.0 \times 10^5 \text{ V}$  まで変圧して送電するには、一次コイルと二次コイルの巻き数比が  $1 : \boxed{15}$  の変圧器を使う必要がある。次の①～⑩のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ① 0.025      ② 0.25      ③ 1.0      ④ 2.0      ⑤ 4.0  
⑥ 8.0      ⑦  $2.0 \times 10^1$       ⑧  $4.0 \times 10^1$       ⑨  $1.6 \times 10^2$       ⑩  $2.0 \times 10^2$

(2) 発電所から  $1.0 \times 10^8 \text{ W}$  の電力を  $4.0 \times 10^5 \text{ V}$  の電圧に変圧して送る場合、送電線でジュール熱として損失する電力は、発電した電力の  $\boxed{16}$  %に相当する。ここで、送電線の抵抗値は  $32 \Omega$  とする。ただし、変圧器による電力の損失はないものとする。次の①～⑩のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ① 0.10      ② 0.20      ③ 0.32      ④ 0.40      ⑤ 0.50  
⑥ 0.64      ⑦ 1.0      ⑧ 1.6      ⑨ 2.0      ⑩ 5.0

(3) 発電所から供給される一定の電力を発電所から消費地まで抵抗  $32 \Omega$  の送電線で送電する。このとき、(A)  $1.0 \times 10^4 \text{ V}$  のままで送電する場合と (B)  $4.0 \times 10^5 \text{ V}$  に変圧してから送電する場合を比べる。単位時間あたりに送電線で発生するジュール熱(A)は(B)に比べ何倍になるか。次の①～⑩のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ① 40      ② 80      ③ 120      ④ 160      ⑤ 200  
⑥ 400      ⑦ 800      ⑧ 1200      ⑨ 1600      ⑩ 2000

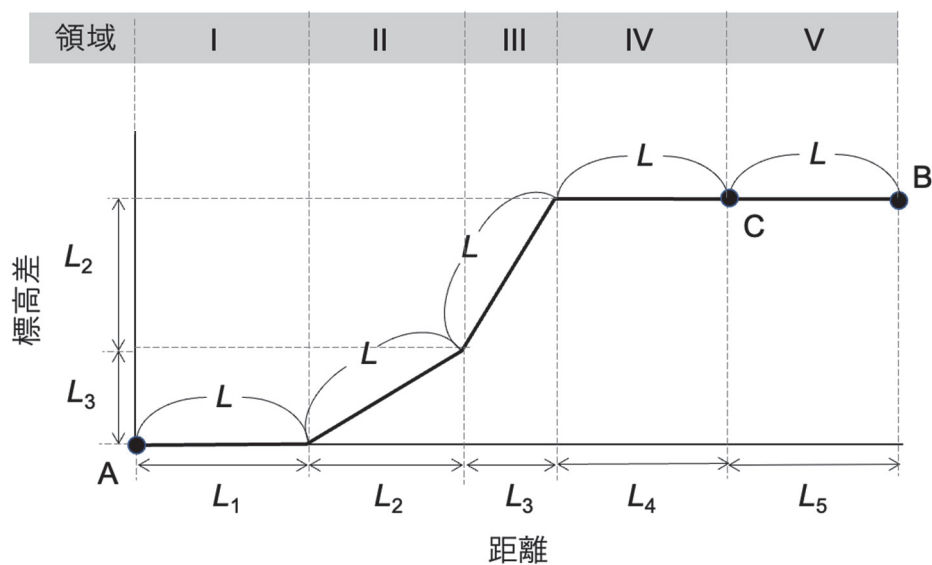
答  $\boxed{17}$

4

図に示すように標高差の異なる場所に A 駅と B 病院がある。質量  $m$  の丈夫なストレッチャー（小さい車輪がついた担架）を使って、質量  $M$  の患者を A 駅から B 病院まで運ぶ。

はじめ、患者を乗せたストレッチャーは静止しており、A 駅から途中の点 C までは一定の力  $F$  を加え続けた。一方、点 C から病院までは力を加えなかった。A 駅から B 病院までの道のりは直線的であり、坂の断面は図に示す傾斜を有している。

ここで、各車輪は極めて軽く、ストレッチャーの運動に影響を与えないものとする。ストレッチャーを移動するとき各車輪と地面の間には摩擦係数  $\mu$  がある。この摩擦係数の大きさは速度に関わらず一定とする。各車輪には均等にストレッチャーと患者による垂直抗力が加わり、ストレッチャーに加える力  $F$  の向きは路面に平行とする。I~V の各領域のみちのりの長さは  $L$  とし、各領域は滑らかに接続されているものとする。重力加速度の大きさを  $g$  として下記の問いに答えよ。



(1) A 駅から点 C までで摩擦力による仕事の大きさが最も大きくなる領域はどこか。次の①~⑦のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ① I                      ② II                      ③ III                      ④ IV  
 ⑤ I と IV で同じ    ⑥ II と III で同じ    ⑦ I~IV の全てで同じ

答 18

(2) (1) の摩擦力による仕事の大きさはいくらになるか。次の①~⑥のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ①  $\mu(M+m)gL$                       ②  $\mu(M+m)gL_2$                       ③  $\mu(M+m)gL_3$   
 ④  $(M+m)g(L_2 + \mu L_3)$                       ⑤  $(M+m)g(L_3 + \mu L_2)$                       ⑥  $(M+m)g(1 + \mu)L$

答 19

(3) 患者を乗せたストレッチャーが領域 I を走り終えたとき、このストレッチャーの速さはいくらになるか。次の①～⑧のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ①  $\sqrt{\frac{Fg}{M+m}L}$                       ②  $\sqrt{\mu gL}$                       ③  $\sqrt{\frac{F-\mu(M+m)g}{M+m}L}$   
 ④  $\sqrt{\frac{F+\mu(M+m)g}{M+m}L}$                       ⑤  $\sqrt{\frac{2F-\mu(M+m)g}{M+m}L}$                       ⑥  $\sqrt{\frac{2F+\mu(M+m)g}{M+m}L}$   
 ⑦  $\sqrt{\frac{2[F-\mu(M+m)g]}{M+m}L}$                       ⑧  $\sqrt{\frac{2[F+\mu(M+m)g]}{M+m}L}$

答 20

(4) A 駅から B 病院まで患者を乗せてストレッチャーを運ぶとき、力  $F$  のする仕事が最も大きくなる領域はどこか。次の①～⑦のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ① I                      ② II                      ③ III                      ④ IV  
 ⑤ I と IV で同じ    ⑥ II と III で同じ                      ⑦ I~IV の全てで同じ

答 21

(5) ストレッチャーが点 C に到達したとき、力  $F$  を  $F = 0$  すると、ストレッチャーは減速し、B 病院でちょうど停止した。ストレッチャーを A 駅から B 病院に運ぶために必要な力  $F$  はいくらになるか。次の①～⑥のうち最も適切なものを一つ選べ。

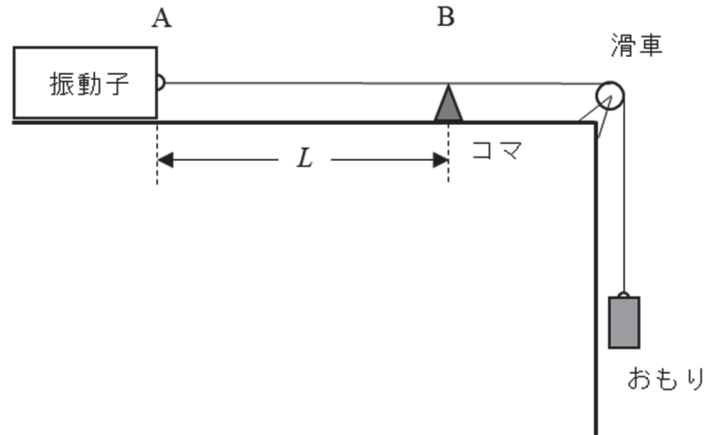
- ①  $F = \frac{\mu(M+m)gL+(1+\mu)(M+m)g(L_2+L_3)}{4L}$                       ②  $F = \frac{2\mu(M+m)gL+(1+\mu)(M+m)g(L_2+L_3)}{4L}$   
 ③  $F = \frac{3\mu(M+m)gL+(1+\mu)(M+m)g(L_2+L_3)}{4L}$                       ④  $F = \frac{\mu(M+m)gL+(1+\mu)(M+m)g(L_2+L_3)}{5L}$   
 ⑤  $F = \frac{2\mu(M+m)gL+(1+\mu)(M+m)g(L_2+L_3)}{5L}$                       ⑥  $F = \frac{3\mu(M+m)gL+(1+\mu)(M+m)g(L_2+L_3)}{5L}$

答 22



5

図のように、一様な弦の一端 A を振動数が調整できる振動子に固定し、他端は滑車を通しておもりにつないだ。コマ B は振動子と滑車の間を移動して、任意の 1 点で弦を固定することができる。  
(ア) ~ (ウ) の操作を行った。以下の設問に答えよ。



図

- (ア) はじめに、AB 間の弦の長さを  $L$  として、振動子を作動させ、弦を振動数  $f$  で振動させた。このとき、AB 間に腹が 2 個ある波ができた。  
(イ) 次にコマ B を振動子に向かってゆっくり移動させ、AB 間の長さが  $L'$  になったときに、基本振動が観測された。  
(ウ) つづいて、弦の振動数を徐々に増加させたところ、再び腹が 2 個の波ができた。

(1) (ア) のように振動に 2 つの腹が現れる波を (  $\alpha$  ) と呼ぶ。また、腹が 2 つ現れる波による振動を (  $\beta$  ) という。(  $\alpha$  ) と (  $\beta$  ) に入る語句の組み合わせとして正しいものはどれか。次の①~⑥のうち最も適切なものを一つ選べ。

- | $\alpha$ | $\beta$ |
|----------|---------|
| a: 定在波   | a: 基本振動 |
| b: 進行波   | b: 固有振動 |
| c: 干渉波   |         |
- ① a-a      ② a-b      ③ b-a  
④ b-b      ⑤ c-a      ⑥ c-b

答 23

(2) (ア) の操作で弦に生じた波の波長  $\lambda$  を  $L$  で表すものはどれか。次の①~⑤のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ①  $\lambda=L/4$       ②  $\lambda=L/2$       ③  $\lambda=L$       ④  $\lambda=2L$       ⑤  $\lambda=4L$

答 24

(3) (イ) の操作で観測された弦を伝わる波の速さ  $v$  は (ア) で観測された弦を伝わる波の速さに対し ( X )、 $L'$  は  $L$  を用いて ( Y ) と表される。

( X ) と ( Y ) に入る語句と式の組み合わせとして正しいものはどれか。次の①～⑨のうち最も適切なものを一つ選べ。

X	Y
a : 小さくなり	a : $L'=L/4$
b : 変わらず	b : $L'=L/3$
c : 大きくなり	c : $L'=L/2$

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ① a - a | ② a - b | ③ a - c |
| ④ b - a | ⑤ b - b | ⑥ b - c |
| ⑦ c - a | ⑧ c - b | ⑨ c - c |

答 25

(4) (ウ) の操作で観測された弦の振動数  $f'$  とはじめの振動数  $f$  を用いて表す式として正しいものはどれか。次の①～⑤のうち最も適切なものを一つ選べ。

- ①  $f'=4f$       ②  $f'=2f$       ③  $f'=f$       ④  $f'=f/2$       ⑤  $f'=f/4$

答 26