

(注意事項の続き)

7 物理の試験に限り関数電卓の使用を認めます。(関数機能が付いていない電卓の使用も認めます。)ただし、公式入力可能な電卓、公式既入力の電卓、携帯電話、電子辞書、ポケットコンピュータは使用できません。関数電卓を使用しなくても問題が解けるように関数表を配付しますので、必要に応じて使用してください。

8 解答用紙の指定の箇所に個人番号と名前を記入してください。
また、個人番号欄に自分の番号をマークしてください。
(例) 001番の場合

個人番号	-	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ●
	-	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ●
	-	● ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

9 設問の解答は、解答用紙の当該設問に対応した解答欄にマークしてください。
(例1 選択肢のうちから一つ選び、解答する場合)

設問 **1** (1) に対して、選択肢番号 ⑤ と解答するとき

		解 答 欄											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	+	-
1	(1)	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	+	-
	(2)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	+	-

(例2 空欄に当てはまる数字等を解答する場合)

設問 **3** (1) 「・・・Aの速度は、有効数字2桁で表すと、**ア** 0. **イ** **ウ** m/sである。
ア には+または-のうちのいずれかを、**イ** 及び **ウ** には当てはまる数をそれぞれ解答欄にマークせよ。」に対して、計算結果が「-0.475 m/s」であった場合、**ア** には-、**イ** には4、**ウ** には8が当てはまるから、下記のようにマークする。

		解 答 欄												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	+	-	
3	(1)	ア	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	+	●
		イ	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	+	-
		ウ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	+	-
	(2)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	+	-	

10 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁、乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

11 問題冊子の余白は適宜利用して構いません。

12 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

平成21年度国立高等専門学校学習到達度試験

物 理 (90分)

(注意事項)

1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
(注意事項が裏表紙に続いていますので、問題冊子を開かずに裏返して、読んでください。)

2 この試験における各個人の識別は、学校・学科番号と個人番号で行います。試験実施にあたり在籍校から示された学校・学科番号と個人番号を次の欄に記入し、忘れないようにしてください。

学校・学科番号	個人番号

学校から示された学校・学科番号と個人番号を記入してください。

3 試験時間は90分です。

試験中は退室を認めません。試験中の発病又はトイレ等やむを得ない場合には、手を挙げて監督者の指示に従ってください。

4 出題学習領域は次のとおりです。

各出題学習領域のうち、在籍校から、解答する必要のない旨の指示があった学習領域については解答する必要はありません。なお、解答する必要のない学習領域について解答した場合には採点を行い、その結果を通知します。

また、解答すべき学習領域が分からない場合は手を挙げて監督者に申し出てください。

学習領域	配点	問題冊子	解答用紙
§ 1 速度・加速度・変位	50	2頁～3頁	第1面
§ 2 力のつりあいと運動方程式	50	4頁～5頁	
§ 3 力学的エネルギー・衝突	50	6頁～7頁	
§ 4 円運動・万有引力・単振動	50	8頁～9頁	
§ 5 熱	50	10頁～11頁	
§ 6 波動	50	12頁～13頁	第2面
§ 7 電気	50	14頁～15頁	
§ 8 磁気	50	16頁～17頁	

5 解答には、必ず「H、F、HBのいずれかの黒鉛筆」、「プラスチック製の消しゴム」を使用してください。

6 定規、ものさし、コンパス及び分度器は使用できません。

(裏表紙に続く)

1 東向きに速さ 12 m/s で進む電車 A がある。次の各問いに答えよ。(10 × 2 = 20 点)

(1) 電車 B は西向きに速さ 16 m/s で進んでいる。このとき、電車 A から見た電車 B の相対速度は次の①～⑥のどれか。最も適当なものを一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。

- | | | |
|--------------|---------------|---------------|
| ① 東へ速さ 4 m/s | ② 東へ速さ 14 m/s | ③ 東へ速さ 28 m/s |
| ④ 西へ速さ 4 m/s | ⑤ 西へ速さ 14 m/s | ⑥ 西へ速さ 28 m/s |

(2) 電車 B は北向きに速さ 12 m/s で進んでいる。このとき、電車 A から見た電車 B の相対速度は次の①～⑧のどれか。最も適当なものを一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| ① 北東へ速さ 12 m/s | ② 北東へ速さ 17 m/s | ③ 北西へ速さ 12 m/s |
| ④ 北西へ速さ 17 m/s | ⑤ 南東へ速さ 12 m/s | ⑥ 南東へ速さ 17 m/s |
| ⑦ 南西へ速さ 12 m/s | ⑧ 南西へ速さ 17 m/s | |

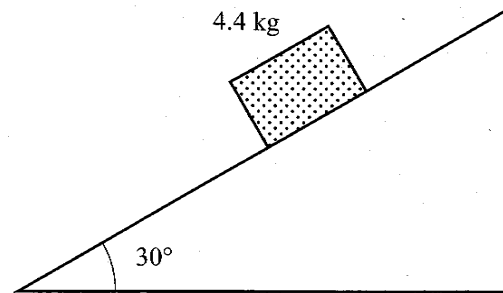
2 高さ 19.6 m の崖から速さ 14.7 m/s で真上にボールを投げ上げた。重力加速度の大きさを 9.80 m/s^2 とし、空気抵抗は無視できるものとする。次の各問いに答えよ。(10 × 3 = 30 点)

(1) このボールが、下向きに速さ 4.9 m/s で移動するのは、投げ上げてから ア イ 秒後である。 ア 及び イ に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

(2) このボールが、再び投げ上げた位置を通過するのは、投げ上げてから ウ エ 秒後である。 ウ 及び エ に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

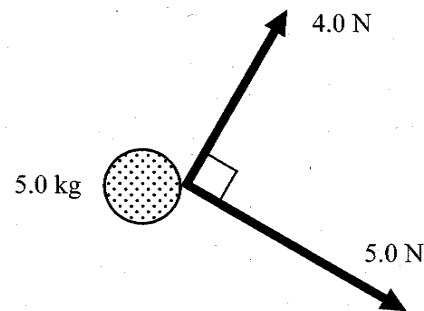
(3) このボールが、崖の下の地面に落下する寸前の速さは、 オ カ キ m/s である。 オ, カ 及び キ に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

- 1 図のように、水平からの角度が 30° の粗い斜面上に、質量 4.4 kg の物体が静止している。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 として、次の各問いに答えよ。(10 × 2 = 20 点)



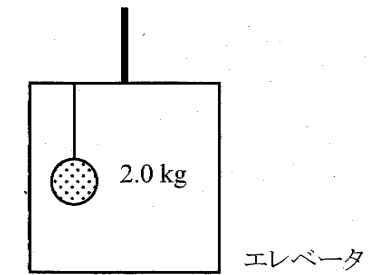
- (1) 物体にはたらく垂直抗力の大きさは \square \square N である。小数点以下第 1 位を四捨五入し、有効数字 2 桁で表すとして、 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。
- (2) 物体にはたらく静止摩擦力の大きさは \square \square N である。小数点以下第 1 位を四捨五入し、有効数字 2 桁で表すとして、 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

- 2 図のように、質量 5.0 kg の物体に大きさ 4.0 N と 5.0 N の二つの力がはたらいている。次の各問いに答えよ。



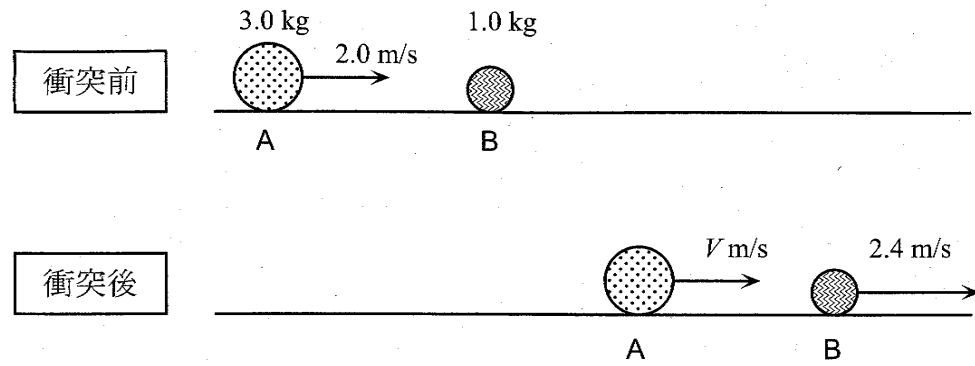
- (1) この物体にはたらく合力の大きさは \square . \square N である。小数点以下第 2 位を四捨五入し、有効数字 2 桁で表すとして、 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(5 点)
- (2) この物体に生じる加速度の大きさは \square . \square m/s^2 である。小数点以下第 2 位を四捨五入し、有効数字 2 桁で表すとして、 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)

- 3 図のようにエレベータの天井から、糸で質量 2.0 kg の物体をつるした。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 として、次の各問いに答えよ。



- (1) エレベータが鉛直上向きに加速度 1.0 m/s^2 で上昇しているとき、この物体にはたらいっている糸の張力の大きさは \square \square N である。小数点以下第 1 位を四捨五入し、有効数字 2 桁で表すとして、 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)
- (2) エレベータが鉛直下向きに一定の速さ 2.0 m/s で下降しているとき、この物体にはたらいっている糸の張力の大きさは \square \square N である。小数点以下第 1 位を四捨五入し、有効数字 2 桁で表すとして、 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(5 点)

- 1 図のようになめらかな水平面上で、左から速さ 2.0 m/s で進んできた質量 3.0 kg の物体 A が、前方に静止していた質量 1.0 kg の物体 B に衝突し、その後、物体 B は右向きに速さ 2.4 m/s で運動をはじめた。二つの球の運動はすべて同一直線上であるとして、次の各問いに答えよ。
($10 \times 2 = 20$ 点)

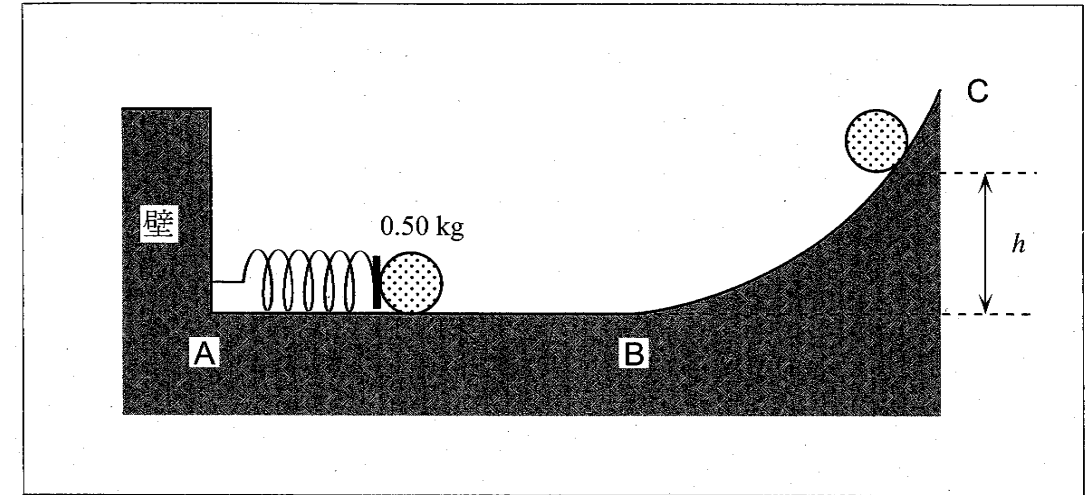


- (1) 衝突前の球 A の運動量の大きさは \square ア \cdot \square イ \square ウである。有効数字 2 桁で表すとして、 \square ア及び \square イに当てはまる数を解答欄にマークせよ。また、 \square ウには適切な単位を次の①～⑧から一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。

- | | |
|---------------------------------|---|
| ① $\text{N} \cdot \text{m}$ | ② J |
| ③ $\text{N} \cdot \text{m/s}$ | ④ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ |
| ⑤ $\text{N} \cdot \text{m/s}^2$ | ⑥ $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ |
| ⑦ N/m | ⑧ $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ |

- (2) 衝突後の球 A の速さ V は \square エ \cdot \square オ m/s である。有効数字 2 桁で表すとして、 \square エ及び \square オに当てはまる数を解答欄にマークせよ。

- 2 水平面 AB と曲面 BC が図のようになめらかに続いている。壁にばね定数 $8.0 \times 10^2 \text{ N/m}$ のつるまきばねの一端をつき、他端に質量 0.50 kg の小球を接触させ、自然の長さから 0.10 m 縮めて静かに手を離れた。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、小球と面との間の摩擦はないとして、次の各問いに答えよ。($10 \times 3 = 30$ 点)

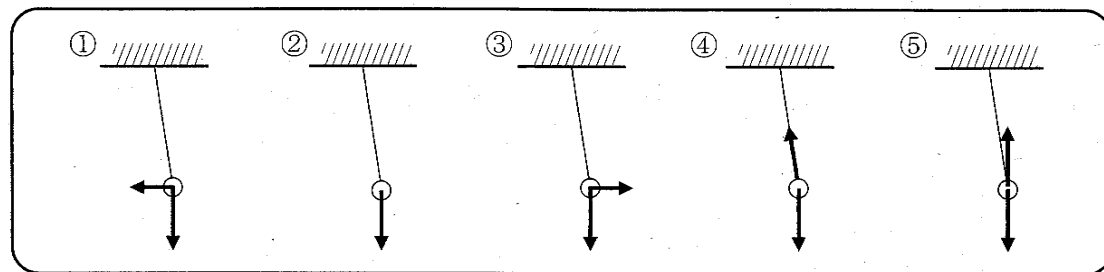


- (1) ばねを 0.10 m 縮めた状態で、ばねに蓄えられている弾性エネルギーは \square ア \cdot \square イ J である。有効数字 2 桁で表すとして、 \square ア及び \square イに当てはまる数を解答欄にマークせよ。
- (2) 小球がばねから離れ、B を通過する直前の速さは \square ウ \cdot \square エ m/s である。有効数字 2 桁で表すとして、 \square ウ及び \square エに当てはまる数を解答欄にマークせよ。
- (3) 小球は水平面 AB から高さ $h = 0.\square$ オ \square カ m まで上昇する。小数点以下第 3 位を四捨五入し、有効数字 2 桁で表すとして、 \square オ及び \square カに当てはまる数を解答欄にマークせよ。

1 図のような、長さ L の軽い糸の上端を固定し、下端に質量 m の小さなおもりをつけた振り子がある。おもりをわずかに横に引いて静かに手を離すと、おもりは鉛直面内で、水平方向に振幅 A (A は非常に小さいとする) の単振動とみなせる往復運動をした。重力加速度の大きさを g として、次の各問に答えよ。

(10 × 2 = 20 点)

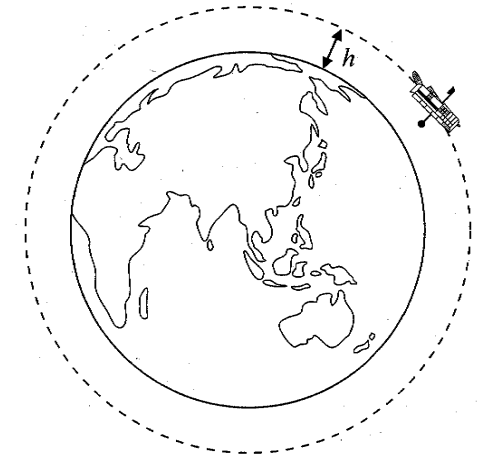
(1) おもりが最も右に振れたとき、おもりにはたらく力を矢印で示すとどうなるか。次の①～⑤から最も適当なものを一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。



(2) 次の ア, イ, ウ, エ の物理量で、このおもりの運動の周期に大きく関わっているものには解答欄の「1」に、そうでないものには「2」に、それぞれマークせよ。

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ア おもりの質量 m | <input type="checkbox"/> ① 大きく関わっている | <input type="checkbox"/> ② そうではない |
| <input type="checkbox"/> イ 糸の長さ L | <input type="checkbox"/> ① 大きく関わっている | <input type="checkbox"/> ② そうではない |
| <input type="checkbox"/> ウ 振幅 A | <input type="checkbox"/> ① 大きく関わっている | <input type="checkbox"/> ② そうではない |
| <input type="checkbox"/> エ 重力加速度 g | <input type="checkbox"/> ① 大きく関わっている | <input type="checkbox"/> ② そうではない |

2 質量 $m = 1.1 \times 10^4$ [kg] のハッブル宇宙望遠鏡は、地表から $h = 6.0 \times 10^5$ [m] 上空の円軌道上を、周期 T で等速円運動している観測用人工衛星である。地球の半径を $R = 6.4 \times 10^6$ [m]、地球の質量を $M = 6.0 \times 10^{24}$ [kg]、万有引力定数を $G = 6.67 \times 10^{-11}$ [$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$] として、次の各問に答えよ。(10 × 3 = 30 点)



(1) ハッブル宇宙望遠鏡にはたらく向心力を、上記の記号を用いて表した式は、次の①～⑥のうちのどれか。正しいもの一つを選び、その番号を解答欄にマークせよ。

- | | |
|--|--|
| ① $F = m(R+h) \frac{T^2}{2\pi}$ | ② $F = m(R+h) \frac{2\pi}{T^2}$ |
| ③ $F = m(R+h) (2\pi T)^2$ | ④ $F = m(R+h) \frac{1}{(2\pi T)^2}$ |
| ⑤ $F = m(R+h) \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ | ⑥ $F = m(R+h) \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$ |

(2) ハッブル宇宙望遠鏡と地球の間にはたらく万有引力の大きさは、有効数字2桁で表すと ア. イ $\times 10^4$ N である。ア 及び イ に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

(3) (1) と (2) から、ハッブル宇宙望遠鏡が地球を旋回する周期を求め、有効数字1桁で表すと ウ $\times 10^{\text{エ}}$ s である。ウ 及び エ に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

1 熱に関する次の各問いに答えよ。(10 × 2 = 20 点)

(1) 80℃の水 40 g と 20℃の水 100 g を混合し、しばらくして全体の水の温度を測定すると

ア イ ℃ になる。ただし、熱は水の間でのみ移動すると考える。有効数字 2 桁で表すとして、

ア 及び イ に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

(2) 自由に動くピストンをもつ円筒容器中の気体を加熱し、4.8 J の熱量を与えたところ、気体

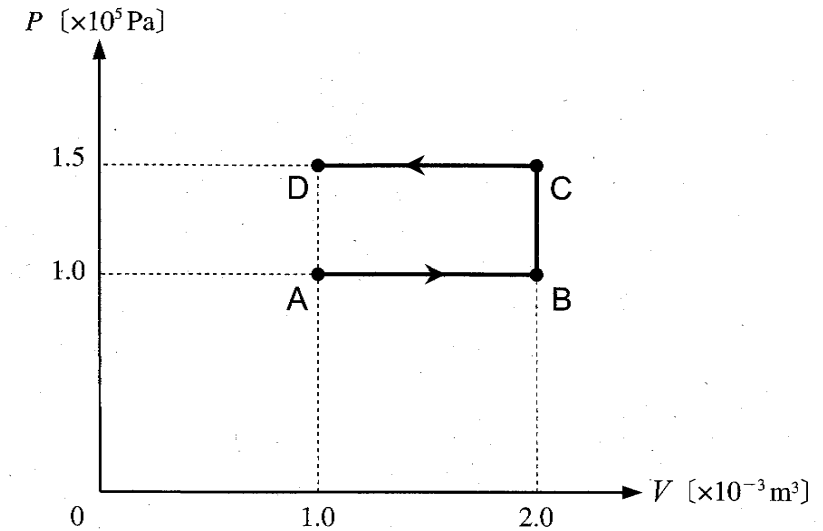
は膨張して、外部に 3.0 J の仕事をした。このとき、気体の内部エネルギーの変化量 ΔU は

ウ エ. オ J である。 ウ には+または-のいずれかを、 エ 及び オ には当てはまる数を解

答欄にマークせよ。

2 図は、一定量の理想気体をピストンに封入し、矢印の向きに状態を変化させたときの圧力 p と体積 V の関係である。状態 A の絶対温度は 2.5×10^2 K であった。次の各問いに答えよ。

(10 × 3 = 30 点)



(1) 状態 C の絶対温度は ア. イ $\times 10^2$ K である。有効数字 2 桁で表すとして、 ア 及び イ に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

(2) A → B → C と変化させたときに、気体がピストンにした仕事の合計は ウ エ. オ $\times 10^2$ J である。 ウ には+または-のいずれかを、 エ 及び オ には、当てはまる数を解答欄にマークせよ。

(3) 状態 A, B, C, D のうちで、気体中の分子が最も激しく運動しているのはどれか。次の①~⑧から正しいもの一つを選び、その番号を解答欄にマークせよ。

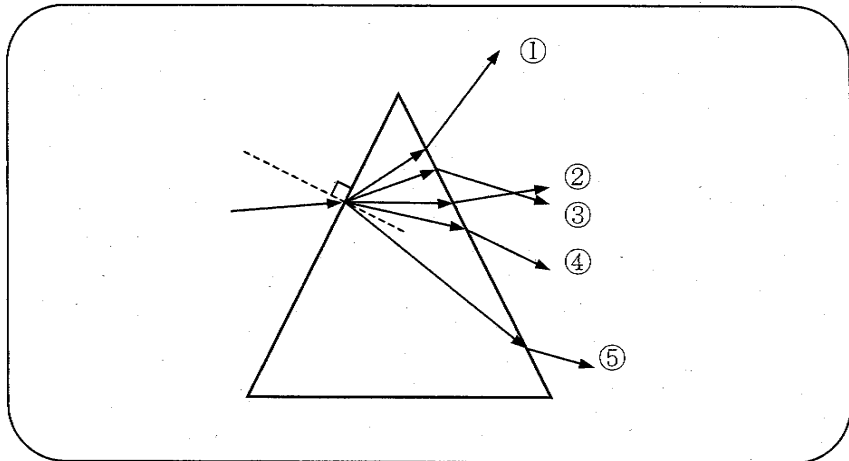
- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ A と B ⑥ B と C ⑦ C と D ⑧ B と D

1 光について、次の各問いに答えよ。

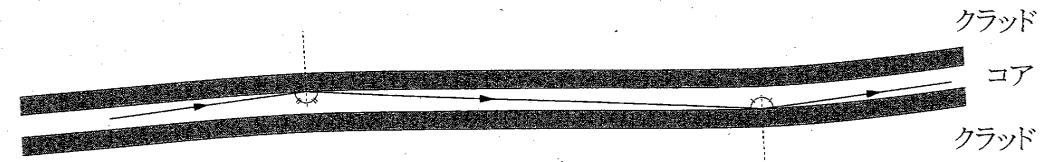
(1) 光が空気中から水中に進むとき、どのような現象が観察されるか。次の①～⑤から正しいものを一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。(5点)

- ① 振動数は変化するが、速さと波長は変化しない。
- ② 振動数、波長、速さが変化する。
- ③ 振動数と速さは変化するが、波長は変化しない。
- ④ 波長と振動数は変化するが、速さは変化しない。
- ⑤ 速さと波長は変化するが、振動数は変化しない。

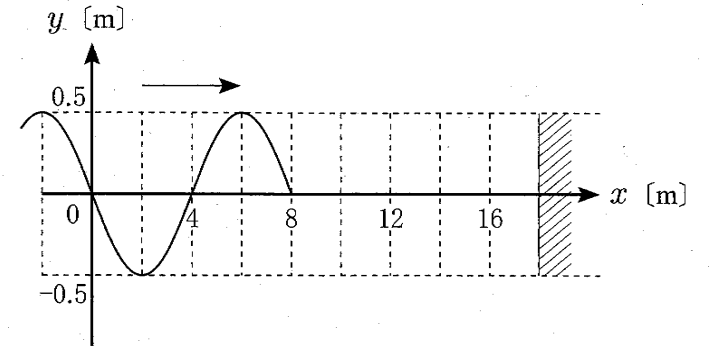
(2) レーザー光源から出た光が、空気中に置かれたガラスのプリズムに入射するとき、光線はどのような経路を進むか。次の①～⑤から正しいものを一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。(5点)



(3) 光ファイバーは、図のようにコアと呼ばれる芯を、コアとは屈折率が異なるクラッドという部分で覆い、コア内を進む光が、クラッドとの境界面で全反射をするように作られる。絶対屈折率が 1.50 のコアを用いて、臨界角が 81° となる光ファイバーをつくるには、クラッドに絶対屈折率が \square 、 \square 、 \square のものを用いればよい。小数点以下第 3 位を四捨五入し、有効数字 3 桁で表すとして、 \square 、 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10点)



2 媒質中を x 軸の正の向きに入射してきた正弦波がある。図は、原点 ($x = 0$) が振動をはじめてから 1.6 s 後の変位を表している。 $x = 18$ [m] の位置は固定端になり、正弦波はここで反射するものとする。これについて、次の各問いに答えよ。(10 × 3 = 30 点)



(1) この入射波の速さはいくらか。次の①～⑤から正しいものを一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。

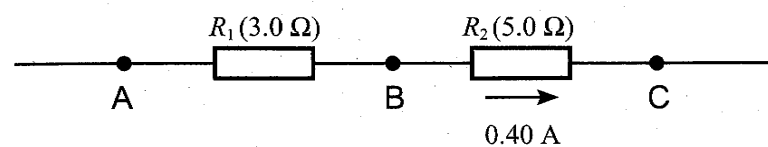
- ① 2.0 m/s ② 3.0 m/s ③ 4.0 m/s ④ 5.0 m/s ⑤ 6.0 m/s

(2) 充分時間がたって、 $0 \text{ [m]} \leq x \leq 18 \text{ [m]}$ の範囲に定常波が発生したとき、 $x = 8$ [m] の位置における定常波の振幅は \square 、 \square m である。 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。

(3) $x = 0$ [m] における定常波の変位が $y = +0.2$ [m] であるとき、 $x = 2$ [m] における変位は \square m であり、 $x = 4$ [m] における変位は \square m である。 \square 及び \square に当てはまる数で最も適当なものを、次の①～⑨から一つずつ選び、その番号をそれぞれの解答欄にマークせよ。ただし同じ番号を何回使ってもよい。

- ① +0.1 ② +0.2 ③ +0.3 ④ +0.5
- ⑤ -0.1 ⑥ -0.2 ⑦ -0.3 ⑧ -0.5
- ⑨ 0

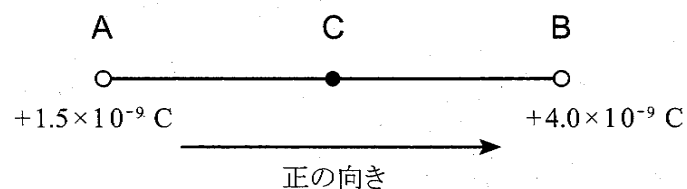
- 1 図のように、抵抗 R_1 、 R_2 が直列に接続されている。抵抗 R_1 、 R_2 の大きさはそれぞれ $3.0\ \Omega$ 、 $5.0\ \Omega$ であり、抵抗 R_2 には $B \rightarrow C$ の向きに $0.40\ \text{A}$ の電流が流れている。



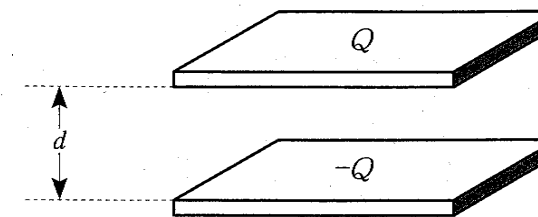
- (1) B点の電位が $1.0\ \text{V}$ であったとき、A点の電位は V 、C点の電位は V である。 及び には+または-のいずれかを、 には当てはまる数を解答欄にマークせよ。(5点)
- (2) A点を 2.0 秒間に通過する電気量の大きさは、自由電子 個分に相当する。 に当てはまる数を次の①~⑥から一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。ただし、自由電子の電荷は $-1.6 \times 10^{-19}\ \text{C}$ とする。(10点)

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.3×10^{18} | ② 3.1×10^{19} | ③ 5.0×10^{18} |
| ④ 2.5×10^{18} | ⑤ 1.5×10^{19} | ⑥ 4.0×10^{19} |

- 2 図に示すように、 $0.60\ \text{m}$ 離れた2点A、Bにそれぞれ、 $+1.5 \times 10^{-9}\ \text{C}$ と $+4.0 \times 10^{-9}\ \text{C}$ の正の点電荷が置かれている。A \rightarrow Bの向きを正としたとき、ABの中点Cにおける電場は、有効数字2桁で表すと $\times 10^2\ \text{N/C}$ となる。 には+または-のいずれかを、 及び に当てはまる数をそれぞれ解答欄にマークせよ。ただし、点電荷は真空中にあるものとし、真空中での静電気力の比例定数を $k_0 = 9.0 \times 10^9\ [\text{Nm}^2/\text{C}^2]$ とする。(10点)

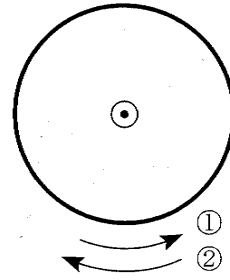


- 3 2枚の極板(面積 $2.4 \times 10^{-3}\ \text{m}^2$)間の間隔が d 、静電容量が $4.3\ \text{pF}$ の平行板コンデンサーがある。図のように、平行板コンデンサーに電荷 Q を与えると極板間の電位差は $70\ \text{V}$ となった。ただし、極板間は真空であり、真空の誘電率は $8.9 \times 10^{-12}\ \text{F/m}$ とする。次の各問いに答えよ。

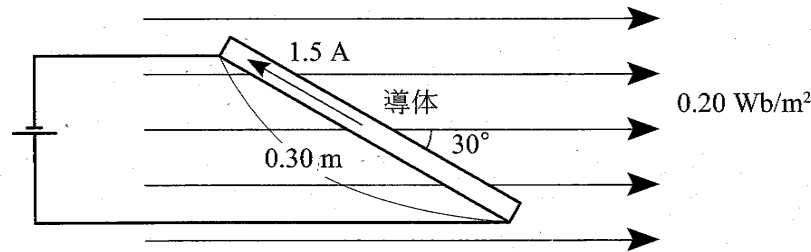


- (1) コンデンサーに与えられた電荷は、有効数字2桁で表すと $\times 10^{-10}\ \text{C}$ である。 及び に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(5点)
- (2) この平行板コンデンサーの極板間の間隔 d は、有効数字2桁で表すと $\times 10^{-\text{㊦}}\ \text{m}$ である。、 及び に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10点)
- (3) 極板間の電場の強さは、有効数字2桁で表すと $\times 10^4\ \text{V/m}$ である。 及び に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10点)

1 半径 0.20 m の 10 回巻きの円形コイルがある。コイルに 0.40 A の電流を流すと、円の中心に紙面裏から表の向きに磁場が生じた。このとき、円の中心に生じる磁場の強さは \square \square A/m である。このとき、コイル内を電流は \square の向きに流れた。 \square 及び \square には当てはまる数を、 \square には図の①または②から選び、その番号を解答欄にマークせよ。(10 点)



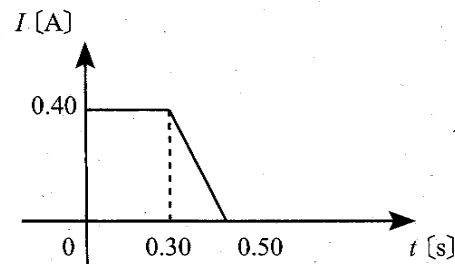
2 図に示すように、磁束密度 0.20 Wb/m^2 (注) の一様な磁場内に、長さ 0.30 m の直線状の導体を磁場と 30° の角をなすように置き、1.5 A の電流を流した。このとき、導体が磁場から受ける力の向きは \square で、その大きさは \square . $\square \times 10^{-2} \text{ N}$ である。 \square には次の①~⑥から一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。 \square 及び \square には当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)



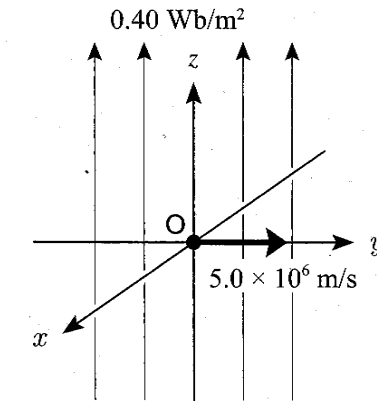
- ① 電流の流れる向き ② 電流と反対の向き
- ③ 紙面の表から裏の向き ④ 紙面の裏から表の向き
- ⑤ 磁場の向き ⑥ 磁場と反対の向き

(注) 1 Wb/m^2 は 1 T (テスラ) ともいう。

3 自己インダクタンス 1.2 H のコイルがある。コイルに流れる電流が図のように変化した。コイルに生じる誘導起電力の大きさは、時刻 $0 \text{ [s]} < t < 0.30 \text{ [s]}$ の間では \square . $\square \text{ V}$ 、時刻 $0.30 \text{ [s]} < t < 0.50 \text{ [s]}$ の間では \square . $\square \text{ V}$ である。 \square 、 \square 、 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。(10 点)



4 図のように、 z 軸の正の向きを向いた磁束密度 0.40 Wb/m^2 の一様な磁場中に、電子銃で y 軸の正の向きに速さ $5.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ で電子を放出した。ただし、電子が放出された位置を原点 $O(0,0,0)$ とし、電子の電荷を $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、電子の質量を $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ とする。次の各問いに答えよ。(10 × 2 = 20 点)



- (1) 電子に生じる加速度の大きさは、有効数字 2 桁で表すと \square . $\square \times 10^{17} \text{ m/s}^2$ である。 \square 及び \square に当てはまる数を解答欄にマークせよ。
- (2) 電子は、この後、等速円運動する。その回転半径を r とすると円運動の中心の座標はどこか。次の①~⑦から一つ選び、その番号を解答欄にマークせよ。

- ① $(r, 0, 0)$ ② $(-r, 0, 0)$ ③ $(0, r, 0)$
- ④ $(0, -r, 0)$ ⑤ $(0, 0, r)$ ⑥ $(0, 0, -r)$
- ⑦ $(0, 0, 0)$