

問題・解答  
用紙番号

20

の解答用紙に解答しなさい。

## 物 理

〈受験学部・学科〉

理工学部(住環境デザイン学科・建築学科・都市環境工学科・機械工学科・電気電子工学科)

問題は100点満点で作成しています。

I 次の文を読み、各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。なお、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、空気抵抗は無視できるものとする。(40点)

- [1] 図1のように、定滑車と動滑車とひもを組み合わせた装置を用いて、質量  $2M$  [kg] の物体をゆっくりと床から  $h$  [m] の高さまで引き上げた。滑車とひもの質量は無視でき、滑車はなめらかに回転するものとする。また、ひもは伸び縮みしないものとする。なお、定滑車の半径は動滑車の直径に等しいものとし、以下の問いに答えよ。

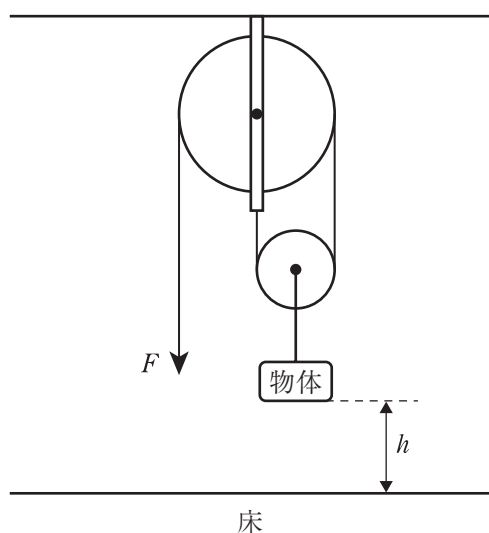


図1

問 1. 物体が高さ  $h$  で静止し、つり合いの状態であるとき、ひもを引く力の大きさ  $F$  は何 N か。

解答群

- (ア)  $\frac{Mg}{4}$       (イ)  $\frac{Mg}{2}$       (ウ)  $Mg$       (エ)  $2Mg$       (オ)  $4Mg$

問 2. 物体を床から  $h$  だけ引き上げるためには、何 m ひもを引く必要があるか。

解答群

- (ア)  $\frac{h}{4}$       (イ)  $\frac{h}{2}$       (ウ)  $h$       (エ)  $2h$       (オ)  $4h$

問 3. 物体を床から  $h$  だけ引き上げるために、大きさ  $F$  のひもを引く力が行った仕事は何 J か。

解答群

- (ア)  $\frac{Mgh}{4}$       (イ)  $\frac{Mgh}{2}$       (ウ)  $Mgh$       (エ)  $2Mgh$       (オ)  $4Mgh$

問 4. 物体を床から  $h$  だけ引き上げて静止させたのち、ひもから手をはなすと物体は床の上に落下した。床に衝突する直前の物体の速度の大きさは何 m/s か。

解答群

- (ア)  $\sqrt{\frac{gh}{2}}$       (イ)  $\sqrt{gh}$       (ウ)  $\sqrt{2gh}$       (エ)  $2\sqrt{gh}$       (オ)  $2\sqrt{2gh}$

- [2] 図2のように、水平であらい床面上に質量  $M$  [kg] の物体 A を置き、物体 A の水平な上面に質量  $m$  [kg] の物体 B を置いた。その後、物体 A に水平右向きに大きさ  $F$  [N] の一定の力を加えたところ、物体 A と物体 B は一定の加速度で一体となって移動した。なお、床面と物体 A の間の動摩擦係数を  $\mu'$  とする。水平右向きを正の向きとして、以下の問いに答えよ。

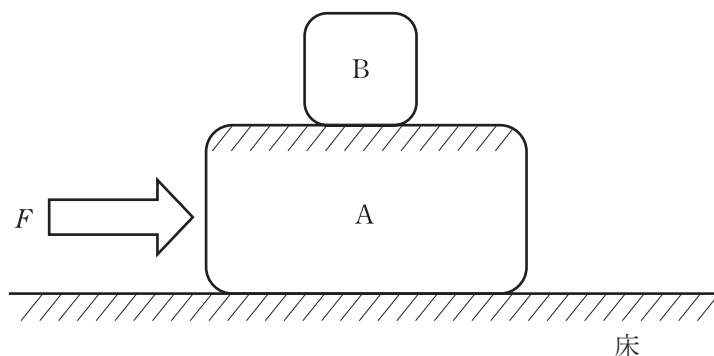


図2

- 問5. 物体 A と物体 B の水平方向の加速度を  $a$  [m/s<sup>2</sup>], 物体 A と床面の間の動摩擦力の大きさを  $f'$  [N], 物体 A と物体 B の間の静止摩擦力の大きさを  $f$  [N] としたとき、物体 A と物体 B の水平方向の運動方程式の組み合わせとして正しいものを選べ。

解答群

- |     |                                                                                           |     |                                                                                        |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| (ア) | $\begin{cases} Ma = F - f' & (\text{物体 A}) \\ ma = F - f & (\text{物体 B}) \end{cases}$     | (イ) | $\begin{cases} Ma = F - f' & (\text{物体 A}) \\ ma = -f & (\text{物体 B}) \end{cases}$     |
| (ウ) | $\begin{cases} Ma = F - f' - f & (\text{物体 A}) \\ ma = f & (\text{物体 B}) \end{cases}$     | (エ) | $\begin{cases} Ma = F - f' + f & (\text{物体 A}) \\ ma = -f & (\text{物体 B}) \end{cases}$ |
| (オ) | $\begin{cases} Ma = F - f' - f & (\text{物体 A}) \\ ma = F + f & (\text{物体 B}) \end{cases}$ |     |                                                                                        |

問6. 物体 A が物体 B から受ける合力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア)  $Mg$  (イ)  $mg$  (ウ)  $(M - m)g$   
 (エ)  $(M + m)g$  (オ)  $f$  (カ)  $\sqrt{f^2 + (mg)^2}$   
 (キ)  $\sqrt{f^2 - (mg)^2}$

問7. 力の向きの符号に注意し、物体 A の水平方向にはたらく動摩擦力を求めよ。

解答群

- (ア)  $\mu' Mg$  (イ)  $-\mu' Mg$  (ウ)  $\mu'(M - m)g$   
 (エ)  $-\mu'(M - m)g$  (オ)  $\mu'(M + m)g$  (カ)  $-\mu'(M + m)g$

問8. 力の向きの符号に注意し、物体 B の水平方向にはたらく静止摩擦力を求めよ。

解答群

- (ア)  $-\frac{m}{M+m}\{F - \mu'(M + m)g\}$  (イ)  $-\frac{m}{M}\{F + \mu'(M + m)g\}$   
 (ウ)  $-\frac{m}{M}\{F - \mu'(M + m)g\}$  (エ)  $\frac{m}{M+m}\{F - \mu'(M + m)g\}$   
 (オ)  $\frac{m}{M+m}\{2F + \mu'(M - m)g\}$  (カ)  $\frac{m}{M+m}\{2F - \mu'(M - m)g\}$

問9. 物体 A に加える力の大きさ  $F$  を大きくしていくと、 $F$  がある値をこえたとき、物体 B は物体 A の上面で滑りはじめた。このある値は何 N か。ただし、物体 A と物体 B の間の静止摩擦係数を  $\mu_0$  とする。

解答群

- (ア)  $(M + m)(\mu' + \mu_0)g$  (イ)  $\{(\mu_0 - \mu')M + (\mu' + \mu_0)m\} \frac{g}{2}$   
 (ウ)  $\{(\mu_0 + \mu')M + (\mu_0 - \mu')m\} \frac{g}{2}$  (エ)  $(\mu' + \mu_0)Mg + \mu_0 mg$   
 (オ)  $\mu_0(M + m)g$  (カ)  $\mu_0 mg$

Ⅱ 次の文を読み、各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。なお、答えが数値の場合は、最も近い値を解答群から選べ。(30点)

[1] 図1のように、原子は、中心に正の電荷をもつ 問1 と、電荷をもたない 問2 からなる原子核があり、その周囲に負の電荷をもつ 問3 で構成されている。

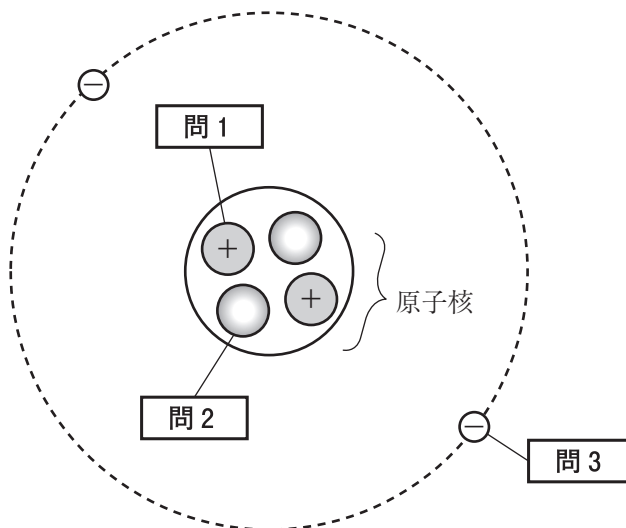


図1 原子の構造の例

問. 本文中の空欄 問1 ～ 問3 にあてはまる語はどれか。最も適切なものを下の (ア)～(ク) からそれぞれ選びマークせよ。

解答群

- |        |         |         |
|--------|---------|---------|
| (ア) 電子 | (イ) イオン | (ウ) 中性子 |
| (エ) 元素 | (オ) X 線 | (カ) 放射能 |
| (キ) 陽子 | (ク) 同位体 |         |

- [2] 帯電は、電荷をもった粒子が移動することによって引き起こされる。はじめ、帯電していないアクリル板とポリエチレンの袋をこすり合わせたところ、アクリル板は正に帯電し、その電気量は  $9.6 \times 10^{-12} \text{ C}$  であった。電子または陽子 1 個の電気量の大きさを  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  とし、以下の問いに答えよ。

問4. ポリエチレンの袋がもつ電気量は何 C となったか。

解答群

- (ア)  $-1.6 \times 10^{-19}$       (イ)  $-9.6 \times 10^{-12}$       (ウ)  $-9.6$   
(エ)  $+1.6 \times 10^{-19}$       (オ)  $+9.6 \times 10^{-12}$

問5. アクリル板に関して、電荷の移動のようすを説明した記述として最も適切なものを選べ。

解答群

- (ア) ポリエチレンの袋からアクリル板に向かって  $-9.6 \times 10^{-12} \text{ C}$  に相当する電子が移動した。  
(イ) ポリエチレンの袋からアクリル板に向かって  $9.6 \times 10^{-12} \text{ C}$  に相当する陽子が移動した。  
(ウ) アクリル板からポリエチレンの袋に向かって  $9.6 \times 10^{-12} \text{ C}$  に相当する陽子が移動した。  
(エ) アクリル板からポリエチレンの袋に向かって  $-9.6 \times 10^{-12} \text{ C}$  に相当する陰イオンが移動した。  
(オ) アクリル板からポリエチレンの袋に向かって  $-9.6 \times 10^{-12} \text{ C}$  に相当する電子が移動した。

問6. 帯電したポリエチレンの袋の電気量は、電子の個数にして何個か。

解答群

- (ア)  $1.7 \times 10^{-8}$       (イ) 6.0      (ウ)  $1.7 \times 10^7$   
(エ)  $6.0 \times 10^7$       (オ)  $6.0 \times 10^{23}$

- [3] 図2のように、 $3.0\Omega$  と  $6.0\Omega$  の抵抗、太さが一様で長さが  $0.3\text{ m}$  の細長い抵抗線  $ab$ 、電流計と起電力  $1.4\text{ V}$  の電源をつかって回路を作成した。そして、抵抗線  $ab$  間を移動できる接点  $C$  を設け、 $3.0\Omega$  と  $6.0\Omega$  の抵抗間に導線を接続した。電源と電流計の内部抵抗、配線に用いた導線の電気抵抗は無視できるものとして以下の問いに答えよ。

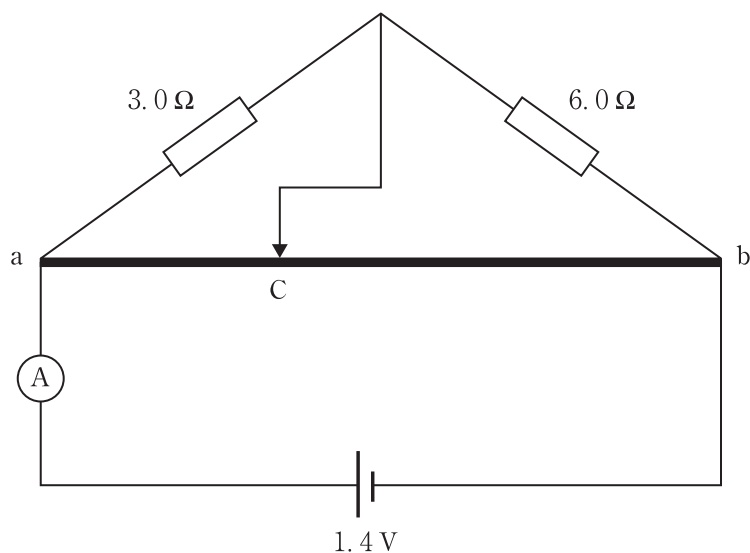


図2

- 問7. 抵抗線  $ab$  の抵抗率は  $1.0 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 、断面積は  $5.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2$  である。抵抗線  $ab$  の抵抗値は何  $\Omega$  か。ただし、抵抗率は温度に依存しないものとする。

解答群

- (ア)  $1.7 \times 10^{-13}$       (イ) 6.0      (ウ) 20  
(エ) 60      (オ)  $6.0 \times 10^6$

- 問8. 図2において、接点  $C$  が抵抗線  $ab$  の中点の位置にあるとき、電流計に流れる電流の大きさは何  $\text{A}$  か。

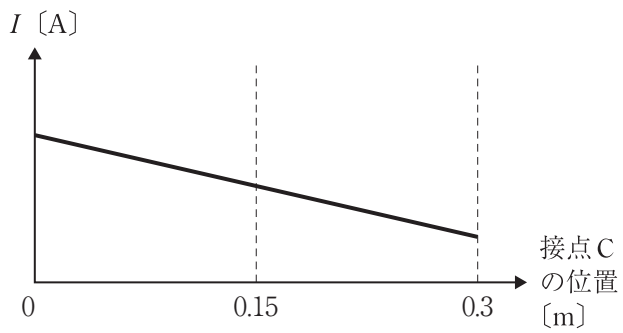
解答群

- (ア) 0.10      (イ) 0.16      (ウ) 0.23      (エ) 0.40      (オ) 3.6

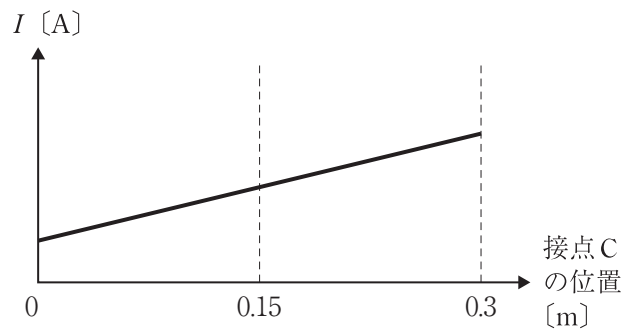
問9. はじめ、接点 C を抵抗線 ab の左端 a の位置に移動した。接点 C を左端 a から右端 b まで移動していったとき、電流計に流れる電流の大きさ  $I$  [A] と接点 C の位置との関係を表したグラフとして最も適切なものを選び。なお、接点 C が左端 a の位置にあるときを 0 m とする。

解答群

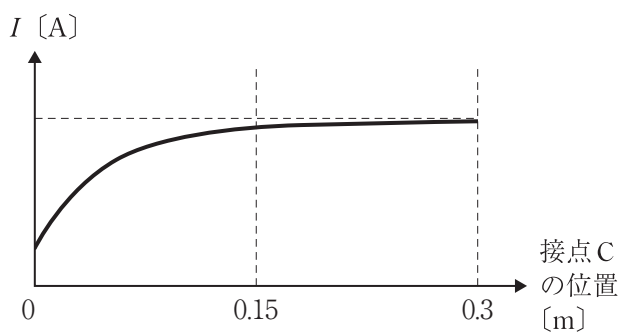
(ア)



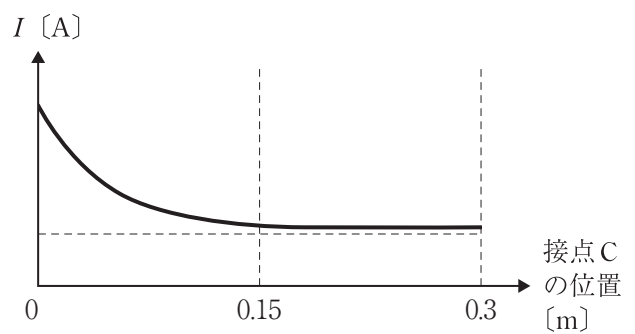
(イ)



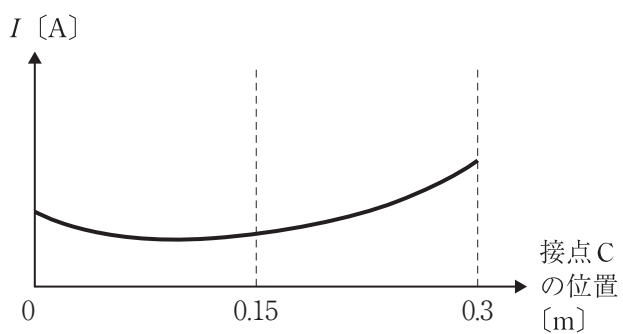
(ウ)



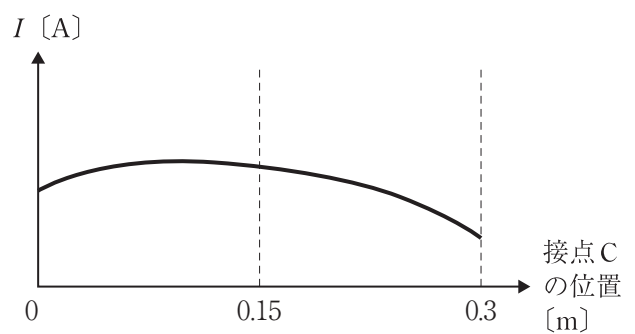
(エ)



(オ)



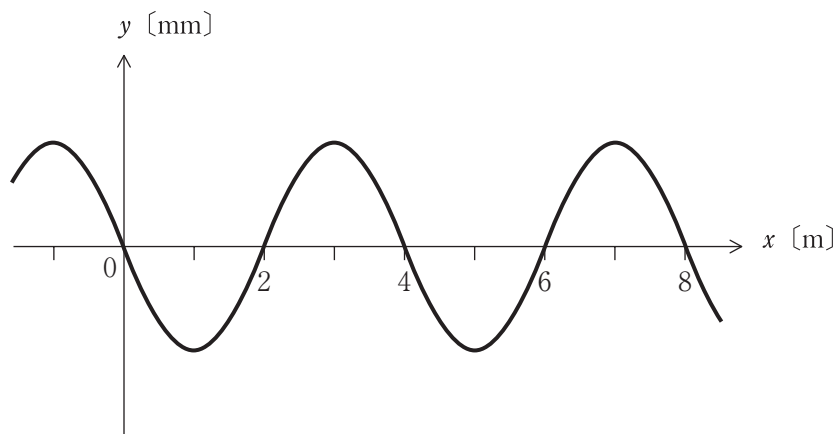
(カ)





Ⅲ 次の文を読み、各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。(30点)

縦波が  $x$  軸の正の向きに速さ  $1 \text{ m/s}$  で伝わっている。時刻  $t = 0 \text{ s}$  での波形を図に示す。ただし、 $x$  軸の正の向きの変位を  $y$  軸の正に、 $x$  軸の負の向きの変位を  $y$  軸の負にとり、縦波を横波のように表している。この図の波形は正弦波である。



図

問1. 波長は何 m か。

解答群

- (ア) 1                      (イ) 2                      (ウ) 4                      (エ) 6                      (オ) 8

問2. 振動数は何 Hz か。

解答群

- (ア) 0.25                      (イ) 0.5                      (ウ) 1                      (エ) 2                      (オ) 4

問3. 周期は何 s か。

解答群

- (ア) 0.25                      (イ)  $\pi$                       (ウ)  $2\pi$                       (エ)  $4\pi$                       (オ) 4

問4. 時刻  $t = 0 \text{ s}$  において、媒質が最も疎になっている位置  $x$  は何 m か。ただし、位置  $x$  の範囲は  $0 \leq x < 4$  とする。

解答群

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| (ア) 0   | (イ) 0.5 | (ウ) 1.0 | (エ) 1.5 |
| (オ) 2.0 | (カ) 2.5 | (キ) 3.0 | (ク) 3.5 |

問5. 時刻  $t = 0 \text{ s}$  において、媒質の変位が  $x$  軸の負の向きで、その大きさが最大になる位置  $x$  は何 m か。ただし、位置  $x$  の範囲は  $0 \leq x < 4$  とする。

解答群

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| (ア) 0   | (イ) 0.5 | (ウ) 1.0 | (エ) 1.5 |
| (オ) 2.0 | (カ) 2.5 | (キ) 3.0 | (ク) 3.5 |

問6. 時刻  $t = 0 \text{ s}$  において、媒質の速度が  $x$  軸の負の向きで、その大きさが最大になる位置  $x$  は何 m か。ただし、位置  $x$  の範囲は  $0 \leq x < 4$  とする。

解答群

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| (ア) 0   | (イ) 0.5 | (ウ) 1.0 | (エ) 1.5 |
| (オ) 2.0 | (カ) 2.5 | (キ) 3.0 | (ク) 3.5 |

問7. 時刻  $t = 3.5 \text{ s}$  において、媒質が最も密になっている位置  $x$  は何 m か。ただし、位置  $x$  の範囲は  $0 \leq x < 4$  とする。

解答群

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| (ア) 0   | (イ) 0.5 | (ウ) 1.0 | (エ) 1.5 |
| (オ) 2.0 | (カ) 2.5 | (キ) 3.0 | (ク) 3.5 |

問 8. 時刻  $t = 3.5 \text{ s}$  において，媒質の速度が  $x$  軸の負の向きで，その大きさが最大になる位置  $x$  は何 m か。ただし，位置  $x$  の範囲は  $0 \leq x < 4$  とする。

解答群

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| (ア) 0   | (イ) 0.5 | (ウ) 1.0 | (エ) 1.5 |
| (オ) 2.0 | (カ) 2.5 | (キ) 3.0 | (ク) 3.5 |