

## 物 理 基 礎

**第 1 問** 以下の文章を読み、解答番号 **1** ~ **12** にあてはまる最も適当なものを、それぞれあとの **a** ~ **e** のうちから一つ選べ。

滑らかな水平面上に、質量  $M_P$  の物体 P と質量  $M_Q$  の物体 Q が軽くて伸び縮みしない糸で結ばれている。図 1 に示すように、物体 Q を大きさ  $F$  の力で水平に引くとき、物体 P, Q に生じる加速度の大きさを  $a$ 、糸の張力の大きさを  $T$  とおくと、物体 P の運動方程式は **1**、物体 Q の運動方程式は **2** と表される。したがって、 $a =$  **3**、 $T =$  **4** となる。

次に、均一な太さで伸び縮みしない質量  $M_R$  の縄 R で物体 P と Q を結び、図 2 に示すように、物体 Q を大きさ  $F$  の力で水平に引いた。物体 P, Q, 縄 R に生じる加速度の大きさを  $a'$ 、物体 P にはたらく縄の張力の大きさを  $T_P$ 、物体 Q にはたらく縄の張力の大きさを  $T_Q$  とおくと、物体 P の運動方程式は **5**、縄 R の運動方程式は **6**、物体 Q の運動方程式は **7** で表される。したがって、 $a' =$  **8**、 $T_P =$  **9**、 $T_Q =$  **10** となる。ここで、縄 R の長さを  $l$ 、物体 P と結ばれている点からの距離を  $r$ 、その位置での縄の張力の大きさを  $T_r$  とおくと、 $a'$  を用いて  $T_r =$  **11** と表すことができる。 $a'$  を代入すると、 $T_r =$  **12** となる。

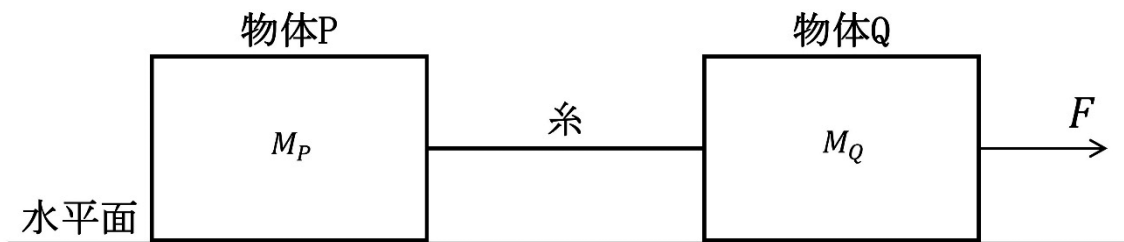


図 1

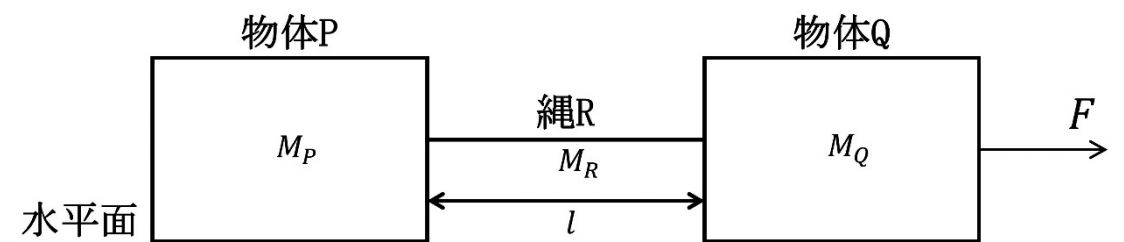


図 2

## 解答群

解答番号 **1**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & M_P a = T & \mathbf{b} & M_Q a = T & \mathbf{c} & \sqrt{M_P M_Q} a = T - F \\ \mathbf{d} & M_P a = F - T & \mathbf{e} & M_Q a = F - T & & \end{array} \right]$$

解答番号 **2**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & M_P a = T & \mathbf{b} & M_Q a = T & \mathbf{c} & \sqrt{M_P M_Q} a = T - F \\ \mathbf{d} & M_P a = F - T & \mathbf{e} & M_Q a = F - T & & \end{array} \right]$$

解答番号 **3**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & \frac{1}{M_P} F & \mathbf{b} & \frac{1}{M_Q} F & \mathbf{c} & \frac{1}{M_P + M_Q} F \\ \mathbf{d} & \frac{M_P + M_Q}{M_P M_Q} F & \mathbf{e} & \frac{1}{\sqrt{M_P M_Q}} F & & \end{array} \right]$$

解答番号 **4**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & \frac{M_Q}{M_P} F & \mathbf{b} & \frac{M_P}{M_Q} F & \mathbf{c} & \frac{M_P}{M_P + M_Q} F \\ \mathbf{d} & \frac{M_Q}{M_P + M_Q} F & \mathbf{e} & \frac{M_P + M_Q}{\sqrt{M_P M_Q}} F & & \end{array} \right]$$

解答番号 **5**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & M_P a' = T_P & \mathbf{b} & M_P a' = T_Q & \mathbf{c} & M_P a' = F \\ \mathbf{d} & M_P a' = F - T_P & \mathbf{e} & M_P a' = F - T_Q & & \end{array} \right]$$

解答番号 **6**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & M_R a' = F - T_Q & \mathbf{b} & M_R a' = F - T_P & \mathbf{c} & M_R a' = F \\ \mathbf{d} & M_R a' = T_P - T_Q & \mathbf{e} & M_R a' = T_Q - T_P & & \end{array} \right]$$

解答番号 **7**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & M_Q a' = T_P & \mathbf{b} & M_Q a' = T_Q & \mathbf{c} & M_Q a' = F \\ \mathbf{d} & M_Q a' = F - T_P & \mathbf{e} & M_Q a' = F - T_Q & & \end{array} \right]$$

解答番号 **8**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & \frac{1}{M_P + M_Q} F & \mathbf{b} & \frac{1}{M_P - M_R} F & \mathbf{c} & \frac{1}{M_Q - M_R} F \\ \mathbf{d} & \frac{1}{M_P + M_Q + M_R} F & \mathbf{e} & \frac{1}{M_P + M_Q - M_R} F & & \end{array} \right]$$

解答番号 **9**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & \frac{M_P}{M_P + M_Q + M_R} F & \mathbf{b} & \frac{M_Q}{M_P + M_Q - M_R} F & \mathbf{c} & \frac{M_R}{M_P + M_Q + M_R} F \\ \mathbf{d} & \frac{M_P - M_R}{M_P + M_Q - M_R} F & \mathbf{e} & \frac{M_Q + M_R}{M_P + M_Q + M_R} F & & \end{array} \right]$$

解答番号 **10**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & \frac{M_P}{M_P + M_Q + M_R} F & \mathbf{b} & \frac{M_Q}{M_P + M_Q + M_R} F & \mathbf{c} & \frac{M_R}{M_P + M_Q + M_R} F \\ \mathbf{d} & \frac{M_P + M_R}{M_P + M_Q + M_R} F & \mathbf{e} & \frac{M_Q + M_R}{M_P + M_Q + M_R} F & & \end{array} \right]$$

解答番号 **11**

$$\left[ \begin{array}{lll} \mathbf{a} & (M_P + M_R) a' & \mathbf{b} & \left( M_P + \frac{r}{l} M_R \right) a' & \mathbf{c} & \left( M_Q + \frac{r}{l} M_R \right) a' \\ \mathbf{d} & \left( M_P + \frac{l-r}{l} M_R \right) a' & \mathbf{e} & \left( M_Q + \frac{l-r}{l} M_R \right) a' & & \end{array} \right]$$

解答番号 **12**

$$\left[ \begin{array}{ll} \mathbf{a} & \frac{M_P l + M_R r}{M_P + M_Q + M_R} F \\ \mathbf{c} & \frac{M_P r - M_R l}{(M_P + M_Q - M_R) l} F \\ \mathbf{e} & \frac{(M_P + M_R) l - M_R r}{(M_P + M_Q + M_R) l} F \end{array} \quad \begin{array}{ll} \mathbf{b} & \frac{M_P l + M_R r}{(M_P + M_Q + M_R) l} F \\ \mathbf{d} & \frac{(M_P - M_R) r}{(M_P + M_Q + M_R) l} F \end{array} \right]$$

**第2問** 以下の文章を読み、解答番号 **13** ~ **24** にあてはまる最も適当なものを、それぞれあとの **a** ~ **e** のうちから一つ選べ。ただし、**16**, **17**, **22**, **24** は **a** ~ **d** のうちから一つ選べ。

電流とは、自由電子などの導体中の電荷が電圧により移動する現象を意味し、導体の断面を時間  $t$  [s] の間に電気量  $q$  [C] の電荷が通過するとき、流れる電流は  $I = \mathbf{13}$  [A] であると定義される。したがって、断面積が一定の導線に 8A の電流を 10s の間流したとき、電気量の大きさ  $1.6 \times 10^{-19}$ C の自由電子は、10s 間に導線の断面を **14** 個通過していることを意味する。

電気抵抗とは、物体に電圧を加えたときの電流の流れにくさを表す値で、物体に電圧  $V$  [V] を加えたとき、 $I$  [A] の電流が流れれば、物質の電気抵抗値は  $R = \mathbf{15}$  [ $\Omega$ ] で表される。同じ材質で作られた物体の電気抵抗値は、物体の長さ  $l$  [m] に関して **16** の関係となり、断面積  $S$  [m<sup>2</sup>] に関して **17** の関係となる。ここで、図3に示すように、同じ材質で作られた  $1\text{ cm} \times 2\text{ cm} \times 3\text{ cm}$  の直方体において、面の面積が大きい順に A, B, C 面とし、図4に示すように、各面に抵抗の無視できる電極を取り付けたものをそれぞれ抵抗 A, B, C とする。抵抗 A の電気抵抗値が  $R_A$  [ $\Omega$ ] のとき、抵抗 B の電気抵抗値は  $R_B = \mathbf{18}$  [ $\Omega$ ]、抵抗 C の電気抵抗値は  $R_C = \mathbf{19}$  [ $\Omega$ ] となる。

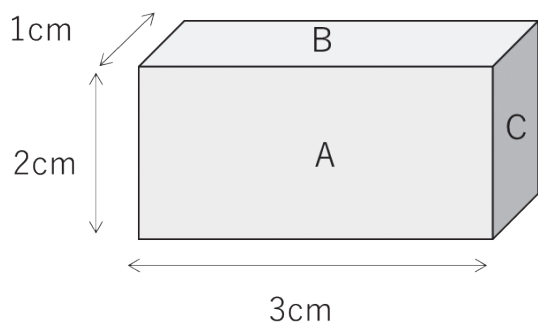


図3

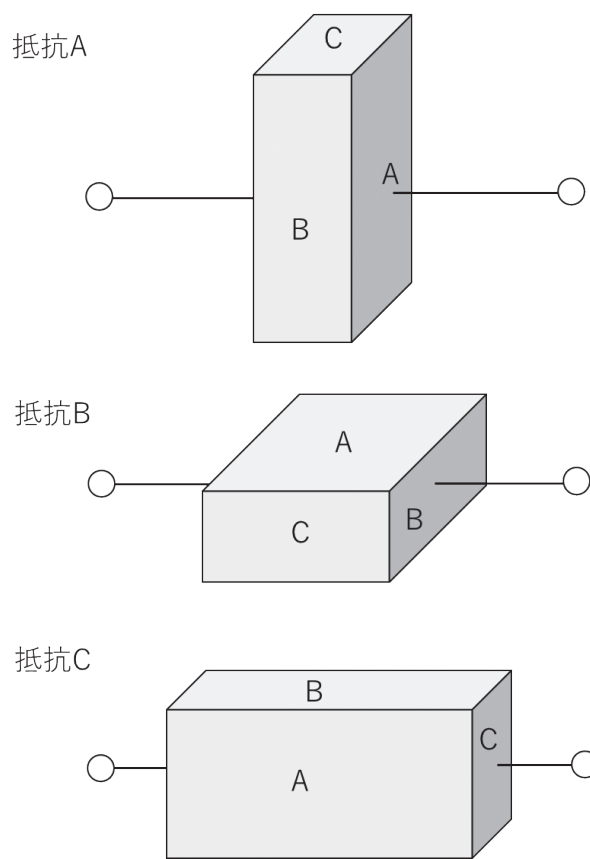


図4

また、電熱線や金属などの導体に電流を流すと、移動する自由電子が導体内の陽イオンと衝突し熱が発生する。電気抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の導体に電圧  $V$  [V] を加え  $I$  [A] の電流を時間  $t$  [s] 流すとき、発生する熱量  $Q$  [J] は電圧  $V$  [V] と電流  $I$  [A] と時間  $t$  [s] を用いて表すと、 $Q = \boxed{20}$  [J] となる。オームの法則より、熱量  $Q$  [J] を電圧  $V$  [V] と抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] と時間  $t$  [s] を用いて表すと、 $Q = \boxed{21}$  [J] となり、同じ電圧を加える場合、導体は  $\boxed{22}$  ものの方が発熱量は大きい。また、熱量  $Q$  [J] を電流  $I$  [A] と抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] と時間  $t$  [s] を用いて表すと、 $Q = \boxed{23}$  [J] となり、同じ電流が流れる場合、導体は  $\boxed{24}$  ものの方が発熱量は大きい。

### 解答群

解答番号  $\boxed{13}$

$$\left[ \begin{array}{ccccc} \text{a} & qt & \text{b} & qt^2 & \text{c} & \frac{q}{t} & \text{d} & \frac{q^2}{t} & \text{e} & \frac{q}{t^2} \end{array} \right]$$

解答番号  $\boxed{14}$

$$\left[ \begin{array}{ccccc} \text{a} & 5.0 \times 10^{-20} & \text{b} & 5.0 \times 10^{-19} & \text{c} & 5.0 \times 10^{16} & \text{d} & 5.0 \times 10^{19} & \text{e} & 5.0 \times 10^{20} \end{array} \right]$$

解答番号  $\boxed{15}$

$$\left[ \begin{array}{ccccc} \text{a} & VI & \text{b} & \frac{V}{I} & \text{c} & \frac{I}{V} & \text{d} & V^2I & \text{e} & VI^2 \end{array} \right]$$

解答番号  $\boxed{16}$

$$\left[ \begin{array}{ccccc} \text{a} & l \text{ に比例} & \text{b} & l^2 \text{ に比例} & \text{c} & l \text{ に反比例} & \text{d} & l^2 \text{ に反比例} \end{array} \right]$$

解答番号  $\boxed{17}$

$$\left[ \begin{array}{ccccc} \text{a} & S \text{ に比例} & \text{b} & S^2 \text{ に比例} & \text{c} & S \text{ に反比例} & \text{d} & S^2 \text{ に反比例} \end{array} \right]$$

解答番号  $\boxed{18}$

$$\left[ \begin{array}{ccccc} \text{a} & \frac{R_A}{8} & \text{b} & \frac{R_A}{4} & \text{c} & R_A & \text{d} & 4R_A & \text{e} & 8R_A \end{array} \right]$$

解答番号  $\boxed{19}$

$$\left[ \begin{array}{ccccc} \text{a} & \frac{R_A}{9} & \text{b} & \frac{R_A}{6} & \text{c} & R_A & \text{d} & 6R_A & \text{e} & 9R_A \end{array} \right]$$

解答番号 **20**

$$\left[ \text{a } VI \quad \text{b } VI^2t \quad \text{c } \frac{V}{I}t \quad \text{d } VI^2t \quad \text{e } \frac{I}{V}t \right]$$

解答番号 **21**

$$\left[ \text{a } VRt \quad \text{b } V^2Rt \quad \text{c } VR^2t \quad \text{d } \frac{V}{R}t \quad \text{e } \frac{V^2}{R}t \right]$$

解答番号 **22**

$$\left[ \text{a } \text{細くて長い} \quad \text{b } \text{細くて短い} \quad \text{c } \text{太くて長い} \quad \text{d } \text{太くて短い} \right]$$

解答番号 **23**

$$\left[ \text{a } IRt \quad \text{b } I^2Rt \quad \text{c } IR^2t \quad \text{d } \frac{I}{R}t \quad \text{e } \frac{I^2}{R}t \right]$$

解答番号 **24**

$$\left[ \text{a } \text{細くて長い} \quad \text{b } \text{細くて短い} \quad \text{c } \text{太くて長い} \quad \text{d } \text{太くて短い} \right]$$