

物 理 基 礎

第 1 問 以下の文章を読み、解答番号 **1** ~ **9** 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。

図 1 に示すように、天井の 2 点 A, B に軽い糸の両端を固定し、点 C に質量 m のおもりを取り付けた。長さは $AB = 25L$, $AC = 15L$, $BC = 20L$ であった。おもりの大きさは無視することができ、糸 AC の張力の大きさを T_A , 糸 BC の張力の大きさを T_B , 重力加速度の大きさを g とする。水平方向のつり合いの式は、**1** = 0 である。また、鉛直方向のつり合いの式は、**2** = 0 である。したがって、 $T_A =$ **3**, $T_B =$ **4** となる。

糸 AC を静かに切ったところ、図 2 に示すように、おもりは点 B を端点とする振り子運動を始めた。おもりの最下点 D を高さ 0 とし、重力による位置エネルギーの基準とする。点 C でのおもりの位置エネルギーは **5**, 点 D でのおもりの速さは **6** である。

おもりが点 D を過ぎ、高さが $4L$ となる点 E で振り子の糸が静かに切れるようにかみそり刃を置いた。点 E でのおもりの運動エネルギーは **7**, 速さは **8** である。糸が切れた後、飛び出したおもりの最高点の高さは **9** である。

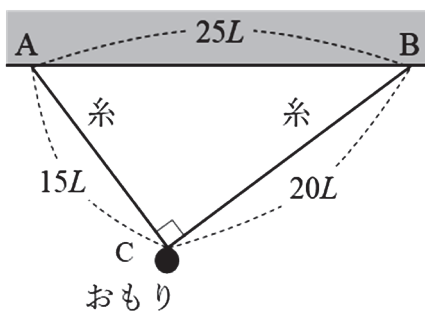


図 1

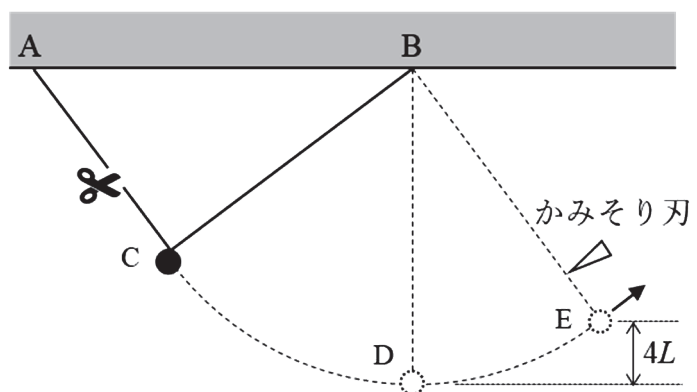


図 2

解答群

解答番号 **1**

$$\left[\begin{array}{lll} \mathbf{a} & -\frac{3}{5} T_A + \frac{4}{5} T_B & \mathbf{b} \quad \frac{3}{5} T_A + \frac{4}{5} T_B & \mathbf{c} & -\frac{4}{5} T_A + \frac{3}{5} T_B \\ \mathbf{d} & \frac{4}{5} T_A + \frac{3}{5} T_B & \mathbf{e} & -T_A + T_B & \end{array} \right]$$

解答番号 **2**

$$\left[\begin{array}{ll} \mathbf{a} & -\frac{3}{5} T_A + \frac{4}{5} T_B - mg & \mathbf{b} & \frac{3}{5} T_A + \frac{4}{5} T_B - mg \\ \mathbf{c} & -\frac{4}{5} T_A + \frac{3}{5} T_B - mg & \mathbf{d} & \frac{4}{5} T_A + \frac{3}{5} T_B - mg \\ \mathbf{e} & T_A + T_B - mg & & \end{array} \right]$$

解答番号 **3**

$$\left[\mathbf{a} \quad \frac{9}{25} mg \quad \mathbf{b} \quad \frac{12}{25} mg \quad \mathbf{c} \quad \frac{3}{5} mg \quad \mathbf{d} \quad \frac{16}{25} mg \quad \mathbf{e} \quad \frac{4}{5} mg \right]$$

解答番号 **4**

$$\left[\mathbf{a} \quad \frac{9}{25} mg \quad \mathbf{b} \quad \frac{12}{25} mg \quad \mathbf{c} \quad \frac{3}{5} mg \quad \mathbf{d} \quad \frac{16}{25} mg \quad \mathbf{e} \quad \frac{4}{5} mg \right]$$

解答番号 **5**

$$\left[\mathbf{a} \quad 3 mgL \quad \mathbf{b} \quad 5 mgL \quad \mathbf{c} \quad 8 mgL \quad \mathbf{d} \quad 12 mgL \quad \mathbf{e} \quad 13 mgL \right]$$

解答番号 **6**

$$\left[\mathbf{a} \quad \sqrt{3gL} \quad \mathbf{b} \quad \sqrt{6gL} \quad \mathbf{c} \quad \sqrt{10gL} \quad \mathbf{d} \quad 4\sqrt{gL} \quad \mathbf{e} \quad 2\sqrt{6gL} \right]$$

解答番号 **7**

$$\left[\mathbf{a} \quad 2 mgL \quad \mathbf{b} \quad 4 mgL \quad \mathbf{c} \quad 8 mgL \quad \mathbf{d} \quad 12 mgL \quad \mathbf{e} \quad 16 mgL \right]$$

解答番号 8

$$\left[\text{a } 2\sqrt{gL} \quad \text{b } \sqrt{6gL} \quad \text{c } 2\sqrt{2gL} \quad \text{d } 4\sqrt{gL} \quad \text{e } 2\sqrt{6gL} \right]$$

解答番号 9

$$\left[\text{a } \frac{36}{25}L \quad \text{b } \frac{64}{25}L \quad \text{c } \frac{136}{25}L \quad \text{d } \frac{164}{25}L \quad \text{e } 8L \right]$$

第2問 以下の文章を読み、解答番号 **10** ~ **25** 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。

図3のように、ヒーター(抵抗値 $R_H[\Omega]$)に抵抗 $R_1 = 6.00 \Omega$ を直列に、抵抗 $R_2 = 4.00 \Omega$ を並列に接続した回路を構成し、スイッチ S を介して直流電源 ($E = 72.0 \text{ V}$) を接続する。ヒーターにかかる電圧は電圧計によって測定するものとし、計測に際して電圧計に流れる電流は無視できるものとする。

スイッチ S を閉じると、電圧計は 24.0 V を示した。このとき抵抗 R_2 にかかる電圧は **10** V 、抵抗 R_2 に流れる電流は $I_2 =$ **11** A である。一方、抵抗 R_1 にかかる電圧は **12** V 、抵抗 R_1 に流れる電流は $I_1 =$ **13** A である。したがって、ヒーターに流れる電流は $I_H =$ **14** A となり、ヒーターの抵抗値は $R_H =$ **15** Ω であることがわかる。このとき、図3におけるヒーターの消費電力は **16** W である。

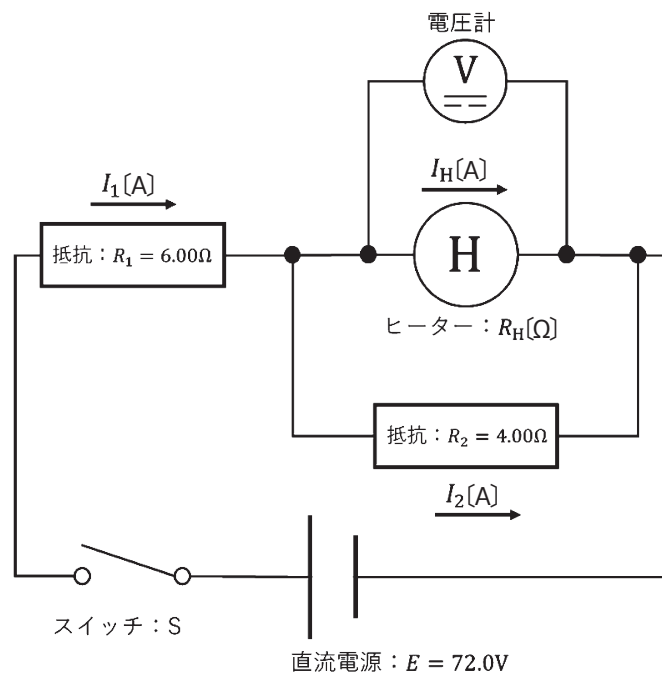


図3

次に、図4のように、図3の回路の抵抗 R_1 と抵抗 R_2 を入れ替えた回路を構成する。スイッチ S を閉じると、電圧計は 17 V を示し、ヒーターに流れる電流は $I_H = 18$ A となる。このとき抵抗 R_1 にかかる電圧は 19 V、抵抗 R_1 に流れる電流は $I_1 = 20$ A、抵抗 R_2 にかかる電圧は 21 V、抵抗 R_2 に流れる電流は $I_2 = 22$ A であり、図4におけるヒーターの消費電力は 23 W である。このように、同じ抵抗値のヒーターでも構成する回路により消費電力が異なるのがわかる。

今、図3、4のヒーターで、同じ熱容量の物体を加熱する。この際、ヒーターで発生したジュール熱は全て物体の加熱に利用されるものとする。図3のスイッチ S を 9.00 分間閉じて物体を加熱する場合、同じ熱量を図4のヒーターから発生させるには、図4のスイッチ S は 24 分間閉じればよい。このとき物体が得る熱量は 25 kJ となる。

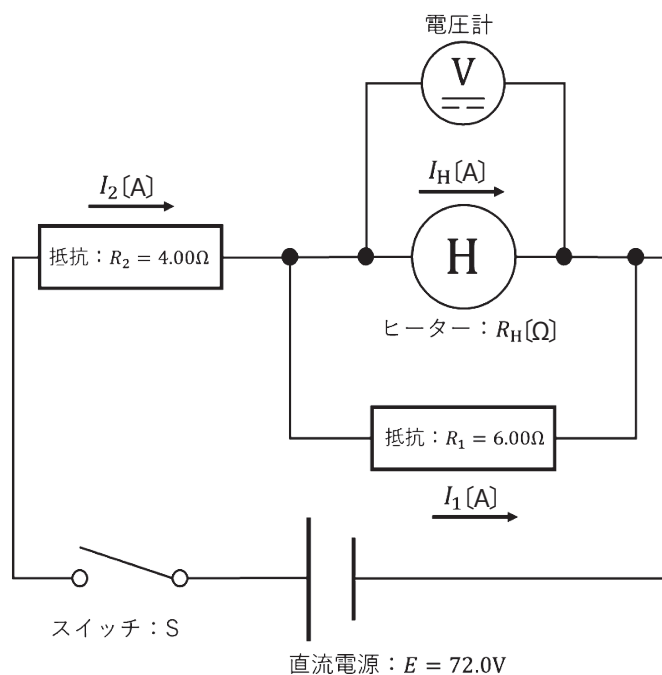


図4

解答群

解答番号 **10**

[a 24.0 b 36.0 c 48.0 d 72.5 e 96.0]

解答番号 **11**

[a 2.00 b 3.00 c 6.00 d 8.00 e 14.5]

解答番号 **12**

[a 24.0 b 36.0 c 48.0 d 72.5 e 96.0]

解答番号 **13**

[a 2.00 b 3.00 c 6.00 d 8.00 e 14.5]

解答番号 **14**

[a 2.00 b 3.00 c 6.00 d 8.00 e 14.5]

解答番号 **15**

[a 4.00 b 8.00 c 10.0 d 12.0 e 24.0]

解答番号 **16**

[a 8.00 b 10.0 c 12.0 d 24.0 e 48.0]

解答番号 **17**

[a 24.0 b 36.0 c 48.0 d 72.5 e 96.0]

解答番号 **18**

[a 2.00 b 3.00 c 6.00 d 8.00 e 14.5]

解答番号 **19**

[a 24.0 b 36.0 c 48.0 d 72.5 e 96.0]

解答番号 **20**

[a 2.00 b 3.00 c 6.00 d 8.00 e 14.5]

解答番号 **21**

[a 24.0 b 36.0 c 48.0 d 72.5 e 96.0]

解答番号 **22**

[a 3.00 b 6.00 c 9.00 d 12.0 e 18.5]

解答番号 **23**

[a 27.0 b 48.0 c 96.0 d 108 e 144]

解答番号 **24**

[a 1.50 b 2.00 c 4.00 d 9.50 e 18.5]

解答番号 **25**

[a 0.432 b 8.62 c 25.9 d 104 e 432]