

物 理 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。(配点 20)

問 1 図 1 のように、水平な床から鉛直上向きまたは 45° 上向きに、それぞれ小球を打ち出す。矢印は小球を打ち出す向きを示している。アとイの小球の質量は m 、ウとエの小球の質量は $2m$ である。打ち出された瞬間に、いずれの小球も同じ運動エネルギーを持っていたとする。このとき、最も高い位置に到達する小球はどれか。最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。ただし、空気の抵抗は無視できるものとする。

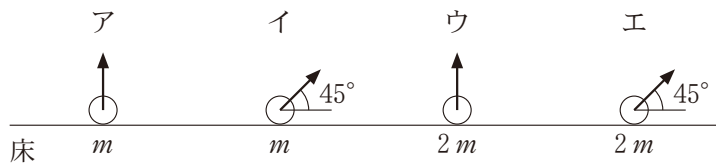


図 1

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ

問 2 図 2 のように、質量 M 、体積 V の直方体の物体を密度 ρ の水に浮かべ、質量 m のおもりを静かにのせたところ、物体は静止した。このとき、物体の上面は水平になり水面と同じ高さになった。おもりの質量 m を表す式として正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 $m = \boxed{2}$

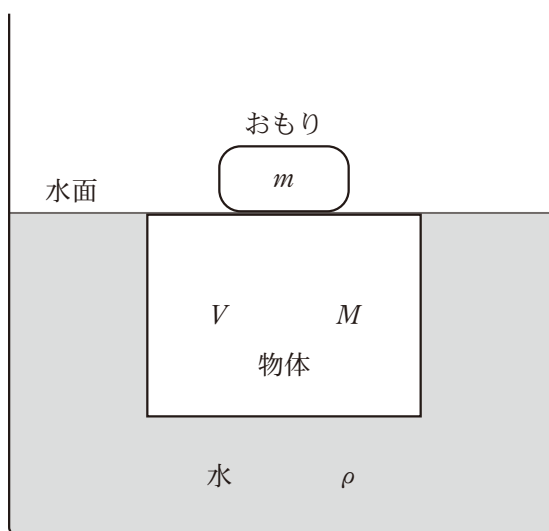


図 2

- ① $\rho V + M$ ② ρV ③ $\rho V - M$ ④ $M - \rho V$

物理基礎

問 3 100 V の家庭用コンセントに接続したコードの先に、図 3 のような五つのコンセントを備えたテーブルタップ(電源タップ)がある。テーブルタップに接続した電気器具は、すべて並列つなぎになる。100 V を加えると 7 A の電流が流れる電気器具を、このテーブルタップにいくつか接続して同時に使用する。消費電力の合計が 1500 W 以下になる電気器具の最大の台数として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 台

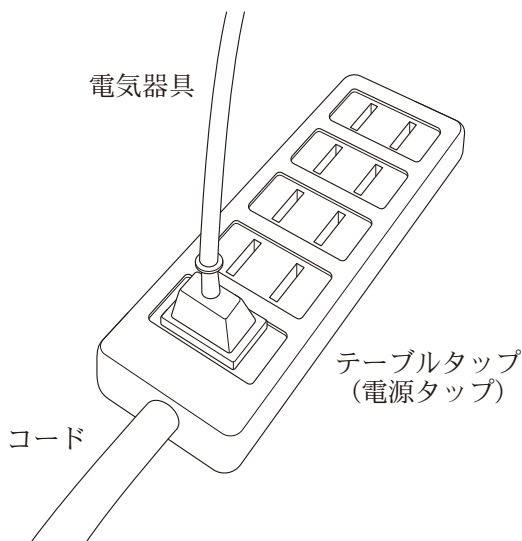


図 3

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問 4 エネルギーに関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 電動モーターを使うと、与えた電気エネルギーよりも大きな力学的エネルギーを取り出すことができる。
- ② 電波や可視光線などの電磁波はエネルギーをもたない。
- ③ 電気エネルギーは、ほかのエネルギーへの変換が容易であり、また送電線などで遠くまで運ぶことができる。
- ④ 化石燃料(石油や石炭)や核燃料(ウランやプルトニウム)は、資源枯渇の可能性が少ないエネルギー(再生可能エネルギー)資源である。
- ⑤ 容器に閉じ込められた気体の内部エネルギーは、温度が高くなるほど減少する。

物理基礎

問 5 比熱 $0.60 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ の物質 1.0 g からなる物体 A と、比熱 $0.20 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ の物質 2.0 g からなる物体 B がある。物体 A と B は常に接しており、はじめ $30 \text{ }^\circ\text{C}$ で熱平衡になっていた。次に、外部から物体 A に 12 J の熱量を与え、しばらくすると物体 A と B は熱平衡になった。このとき、物体 A と B の温度として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、外部から物体 A に熱量を与えたとき以外は、熱の移動は物体 A と B の間にもみあるものとする。

$^\circ\text{C}$

① 30

② 36

③ 42

④ 50

⑤ 60

物理基礎

第 2 問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 15)

A 断面積が $2.0 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ で, 長さが 5.0 m の金属線 A を温度 0°C に保ち, その両端を直流電源につないだ。両端に加える電圧と流れる電流の関係を測定したところ, 図 1 のようになった。

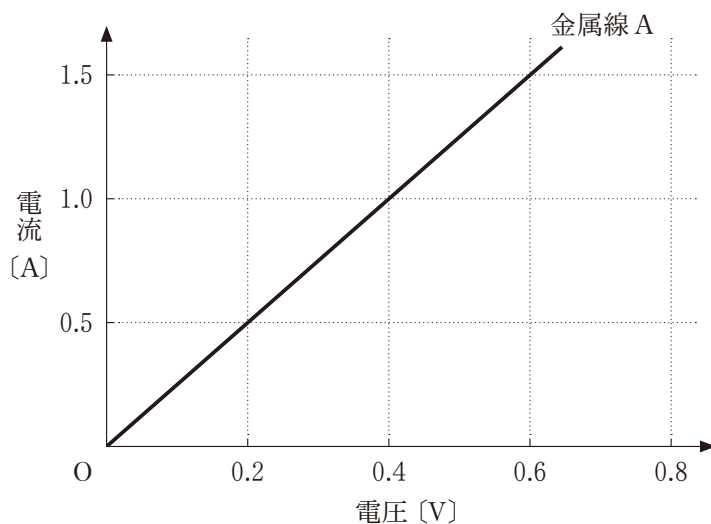


図 1

問 1 表 1 に示した各種金属の抵抗率を参照し, 金属線 A の材質として最も適当なものを, 下の①~⑤のうちから一つ選べ。 6

表 1

| 金属 | 0°C での抵抗率 [$\Omega \cdot \text{m}$] |
|-------------|---|
| 銅 (Cu) | 1.6×10^{-8} |
| アルミニウム (Al) | 2.5×10^{-8} |
| タングステン (W) | 4.9×10^{-8} |
| 鉄 (Fe) | 8.9×10^{-8} |
| ニクロム | 1.1×10^{-6} |

- ① 銅 (Cu) ② アルミニウム (Al) ③ タングステン (W)
④ 鉄 (Fe) ⑤ ニクロム

問 2 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる数値と記号の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 **7**

金属線 A と同じ材質、同じ断面積で、長さが異なる金属線 B について同様の測定を行うと、両端に加える電圧と流れる電流の関係は図 2 のようになった。このことから、金属線 B の長さは **ア** m であることがわかる。

次に、金属線 A, B を並列に接続し、これを一つの抵抗とみなす。同様の測定を行うと、この抵抗に加える電圧と流れる電流の関係は図 2 の直線 **イ** のようになった。

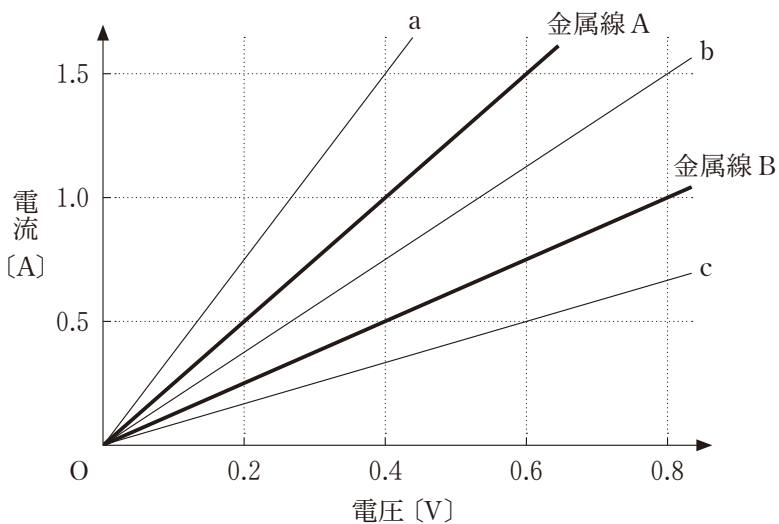


図 2

| | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ |
| ア | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 10 | 10 | 10 |
| イ | a | b | c | a | b | c | a | b | c |

物理基礎

B x 軸上を正の向きに端点 P に向かって毎秒 1.0 cm の速さで進む正弦波がある。時刻 $t = 0$ s のとき、図 3 のように、正弦波の先頭が点 A に到達した。正弦波は端点 P で反射し、端点 P は固定端にも自由端にも設定することができる。図では変位を y とし、 x 、 y 軸の一目盛りはともに 1.0 cm である。また、PA 間の距離は 2.0 cm である。

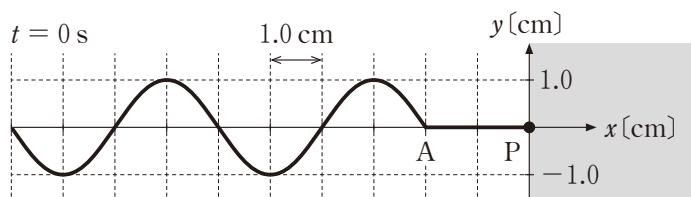


図 3

問 3 次の文章中の空欄 **ウ** ・ **エ** に入れる数値と語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **8**

この正弦波の振動数は **ウ** Hz である。入射波が端点 P で反射した後、入射波と反射波の合成波が生じた。時刻 $t = 4.0$ s に、PA 間で入射波と反射波が弱め合い、その瞬間に合成波は再び図 3 と同じ波形になった。このとき、端点 P は **エ** に設定されていたことになる。

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|---|------|------|------|------|-----|-----|
| ウ | 0.25 | 0.25 | 0.50 | 0.50 | 1.0 | 1.0 |
| エ | 固定端 | 自由端 | 固定端 | 自由端 | 固定端 | 自由端 |

問 4 次の文章中の空欄 **オ** ・ **カ** に入れる語と数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **9**

端点 P を自由端に設定する。十分に時間が経過した後、入射波と反射波の合成波は定常波(定在波)になった。点 A はこの定常波の **オ** の位置にある。また、定常波の腹における最大変位は **カ** cm となる。

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| オ | 節 | 節 | 節 | 腹 | 腹 | 腹 |
| カ | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |

物理基礎

第3問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。(配点 15)

A 図1のように、点Aではじめ静止していた質量 m の小物体が、なめらかな面上をすべり出して点Bから水平に空中に飛び出し、水平な床の点Cに落下した。点Aは点Bより h だけ高いところにあり、点Bは水平な床から H だけ高いところにある。点Cは点Bの真下の床の点Oから距離 L のところにある。ただし、重力加速度の大きさを g とする。また、空気の抵抗は無視できるものとする。

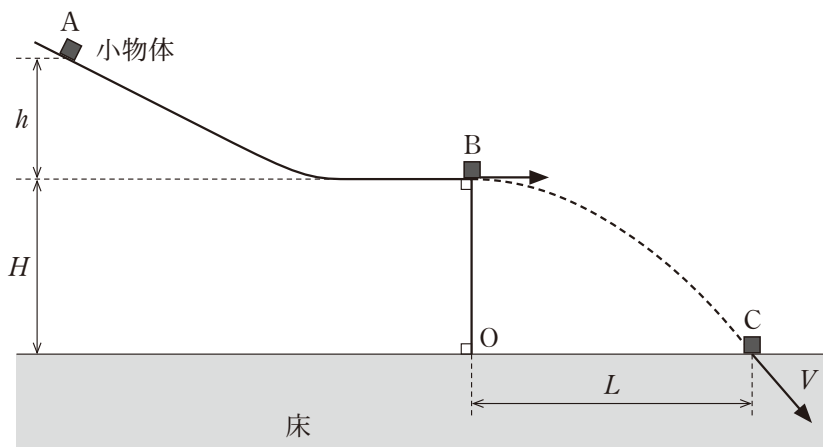


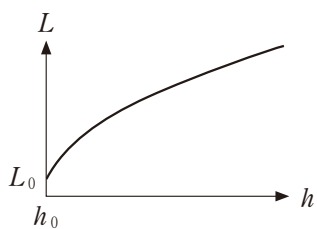
図 1

問 1 小物体が点Cに到達する直前の速さ V を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 $V =$

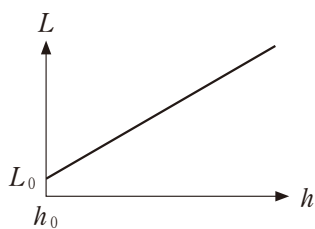
- | | | |
|--------------------|----------------|----------------|
| ① $\sqrt{g(h+H)}$ | ② \sqrt{gh} | ③ \sqrt{gH} |
| ④ $\sqrt{2g(h+H)}$ | ⑤ $\sqrt{2gh}$ | ⑥ $\sqrt{2gH}$ |

問 2 点 B に対する点 A の高さ h を変えて、距離 L を測定した。高さ h が h_0 のときの距離 L は L_0 であった。高さ h と距離 L との関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 11

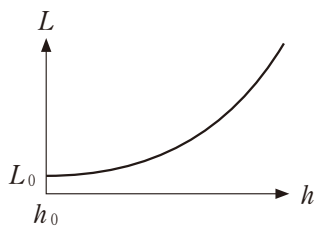
①



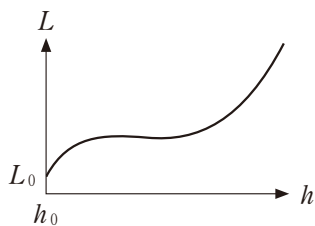
②



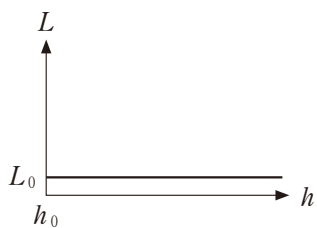
③



④



⑤



物理基礎

B 水平な床面上で、ばね定数 k の軽いばねの一端を壁に固定し、他端に質量 m の物体を取り付けた。

問 3 床面がなめらかな場合を考える。図 2 のようにばねを自然の長さから x_1 だけ縮め、静かに放すと物体は動き出した。ばねが自然の長さに戻ったときの物体の速さ v を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 $v = \boxed{12}$

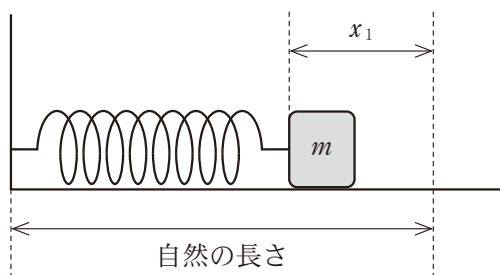


図 2

① $x_1 \sqrt{\frac{2k}{m}}$

② $x_1 \sqrt{\frac{k}{m}}$

③ $x_1 \sqrt{\frac{k}{2m}}$

④ $\frac{1}{x_1} \sqrt{\frac{2m}{k}}$

⑤ $\frac{1}{x_1} \sqrt{\frac{m}{k}}$

⑥ $\frac{1}{x_1} \sqrt{\frac{m}{2k}}$

問 4 床面があらく、物体と床との間の静止摩擦係数が μ の場合を考える。ばねを自然の長さから x だけ縮めて静かに放した。図 3 のように、物体が静止したままであるような x の最大値は x_2 であり、 x が x_2 より大きくなると物体は動き始めた。 μ を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 $\mu =$ 13

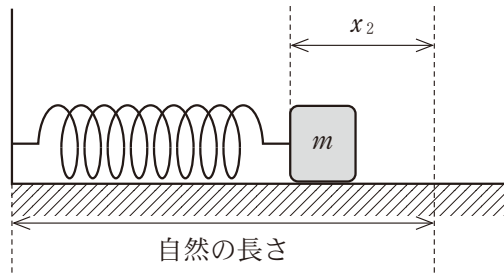


図 3

- | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| ① $\frac{2mg}{kx_2}$ | ② $\frac{mg}{kx_2}$ | ③ $\frac{mg}{2kx_2}$ |
| ④ $\frac{2kx_2}{mg}$ | ⑤ $\frac{kx_2}{mg}$ | ⑥ $\frac{kx_2}{2mg}$ |