

物 理 B

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 ~] (配点 20)

問1 水平面上に図1 - aのように x 軸をとり、原点 O にある小物体に初速度 v_0 を与えたところ、その速度の変化は図1 - bのようになった。この小物体が原点から最も離れたときの x 座標として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

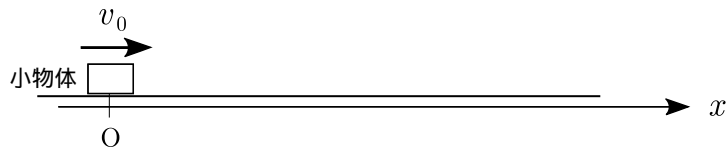


図1 - a

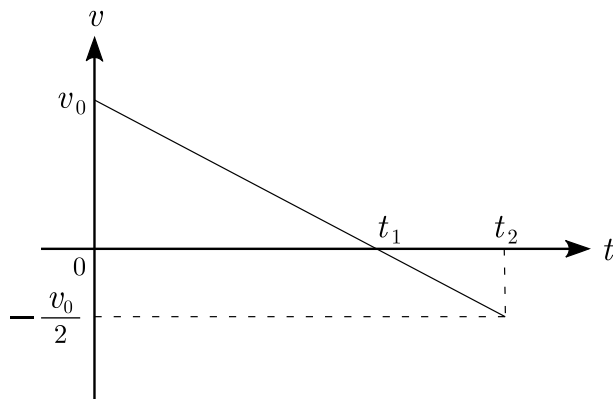


図1 - b

$$\frac{1}{2} v_0 t_1$$

$$v_0 t_1$$

$$\frac{3}{2} v_0 t_1$$

$$\frac{1}{2} v_0 t_2$$

$$\frac{3}{2} v_0 t_2$$

$$\frac{3}{4} v_0 t_2$$

問2 図2のように水平面上に一様な材質でできた質量 m の物体を置き、物体の上端に、床に水平な力を加えた。この力の大きさを少しずつ大きくしていくと、力の大きさが F になったときに物体はすべることなく傾き始めた。 F はいくらか。正しいものを、次の ~ 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。 2

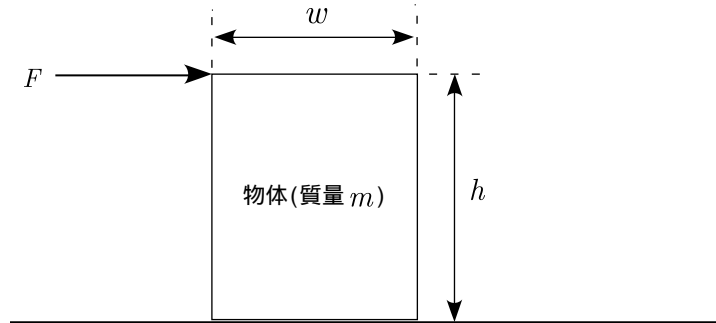


図 2

$$mg$$

$$\frac{mgh}{w}$$

$$\frac{mgw}{h}$$

$$\frac{mg}{2}$$

$$\frac{mgh}{2w}$$

$$\frac{mgw}{2h}$$

物理 B

問3 図3のように、静止している音源が振動数 f の音波を出している。この音源に向かって、速さ v で近づいている人が聞く音は、人が静止している場合とくらべてどうなるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。ただし、音速は V で風は吹いていないものとする。 3



図 3

波長は変化しないが、振動数は $\frac{V-v}{V} f$ になる。

波長は変化しないが、振動数は $\frac{V+v}{V} f$ になる。

波長は変化しないが、振動数は $\frac{V}{V-v} f$ になる。

波長が変化し、振動数は $\frac{V-v}{V} f$ になる。

波長が変化し、振動数は $\frac{V+v}{V} f$ になる。

波長が変化し、振動数は $\frac{V}{V-v} f$ になる。

問4 図4のように、平行平板コンデンサーの左側の極板から、微小電荷 $q (> 0)$ をもつ質量 m の小物体を静かに離れたところ、右側の極板に向かって動き出した。この小物体が右側の極板に達したときの速さ v を測定する。コンデンサーの極板間の電位差 V と v との関係を示したグラフとして正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。ただし、重力の影響、および空気抵抗は無視できるものとする。 4

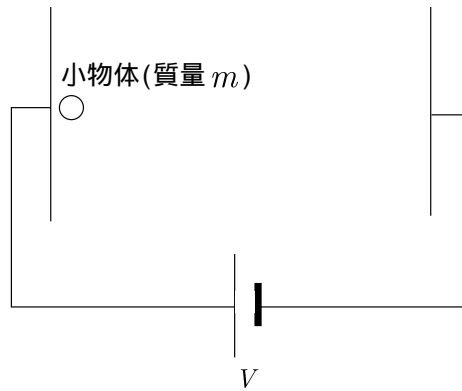
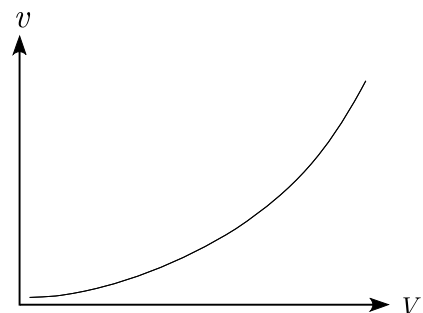
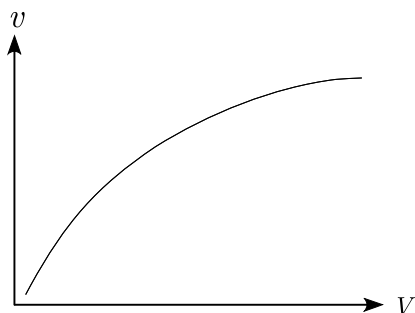
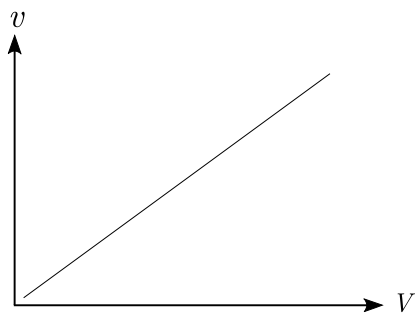


図 4



物理 B

問5 半減期 T の放射性元素について、時刻 t_0 における原子の数が N_0 であったとする。その後、崩壊が進み、時刻 t_1 になったときの原子の数はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 5

$$1 - N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t_1 - t_0}{T}}$$

$$1 - N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t_1}{T}}$$

$$1 - N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t_0}{T}}$$

$$N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t_1 - t_0}{T}}$$

$$N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t_1}{T}}$$

$$N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t_0}{T}}$$

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

図1のようになめらかで水平な床の右端に鉛直に壁を固定し、壁と床に接するように質量 M の斜面台を置いておく。床の左方には質量 m の小球が静止している。この小球に左から一定の大きさの力を時間 t の間加えたところ、小球は速さ v_0 になった。重力加速度の大きさを g とする。

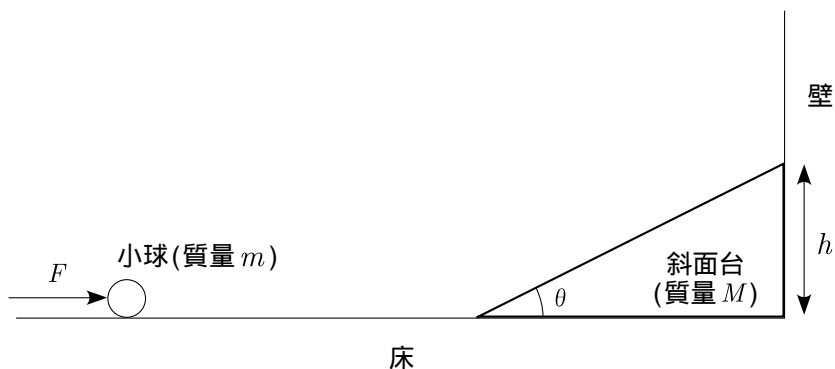


図 1

問1 加えた力の大きさはいくらであったか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

$$\frac{2mv_0}{t}$$

$$\frac{mv_0}{t}$$

$$\frac{mv_0}{2t}$$

$$mv_0$$

$$2mv_0$$

$$\frac{1}{2}mv_0$$

小球はその後、図2のように斜面を上り始める。ただし、小球と斜面台との間には摩擦はなく、床と斜面台とはなめらかにつながっているものとする。

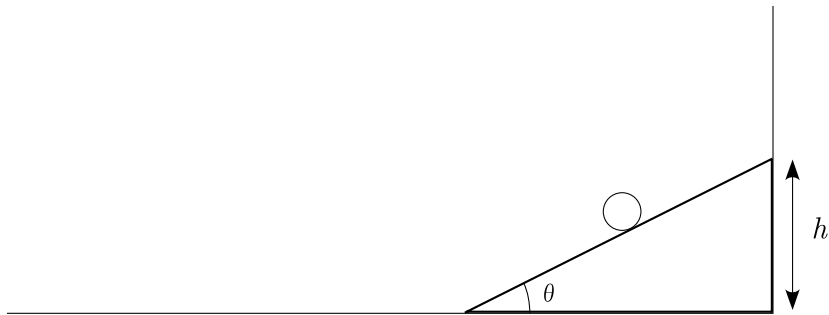


図 2

問2 小球が斜面台を上っているとき、斜面台が床から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 2

mg

Mg

$(M + m)g$

$(M + m \sin \theta \cos \theta)g$

$(M + m \cos^2 \theta)g$

$(M + m \sin^2 \theta)g$

問3 小球が斜面台を上っているとき、壁が斜面台から受ける力の大きさはいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 3

$mg \sin \theta$

$mg \cos \theta$

$mg \cos \theta \sin \theta$

$mg \sin^2 \theta$

$mg \cos^2 \theta$

0

物理 B

小球は斜面台の右端(高さ h)に達し、壁に衝突する。衝突の際、小球と壁との間に摩擦はなく、反発係数は0.5であったとする。ただし、衝突直前の速さは0ではないものとする。

問4 衝突直前の速さ v はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

$v =$

$\sqrt{\frac{1}{2}gh}$

\sqrt{gh}

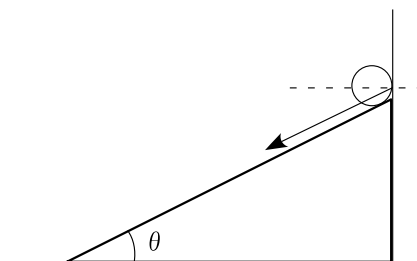
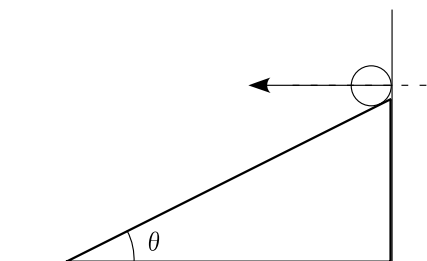
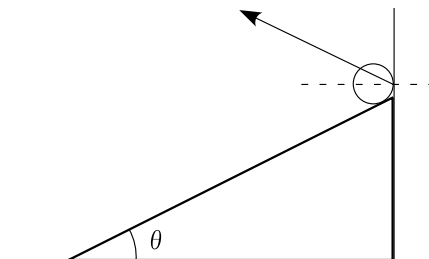
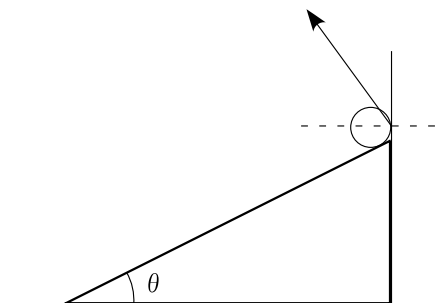
$\sqrt{2gh}$

$\sqrt{v_0^2 - \frac{1}{2}gh}$

$\sqrt{v_0^2 - gh}$

$\sqrt{v_0^2 - 2gh}$

問5 壁と衝突した直後の小球の速度の向きを矢印で表したものはどれか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。



第3問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

図1のように断熱材でできたシリンダーとピストンがあり、シリンダーの上に質量 M のおもり A を置いておく。A の中央には穴が空いており、空気は自由に入出力できるようなっている。また、ピストンの質量は無視でき、シリンダー内をなめらかに動くことができるものとする。はじめ、図1のようにシリンダー内に気体をいれたところ、温度は T_0 でシリンダーの底面からピストンの下端までの距離は h_0 であり、ピストンの上端から A の下端までの距離は h_1 であった。ただし、内部の気体は理想気体とみなせるものとし、ピストンの断面積を S 、大気圧を p_0 、重力加速度の大きさを g とする。

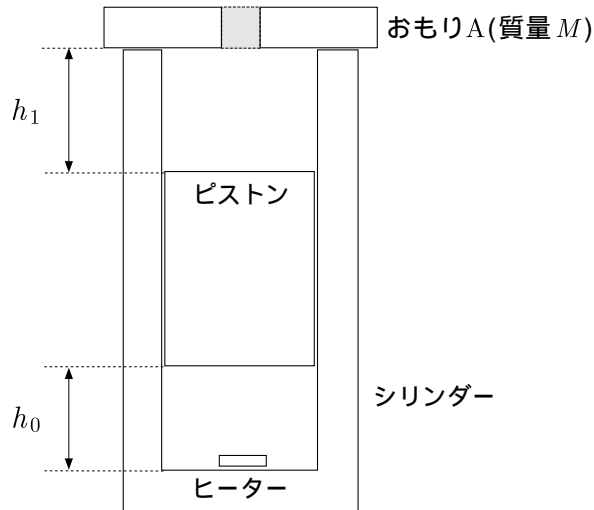


図 1

この状態から、内部のヒーターにより、ゆっくりと加熱したところ、ピストンはゆっくりと上昇し、図2のようにおもりAの位置まで達した。

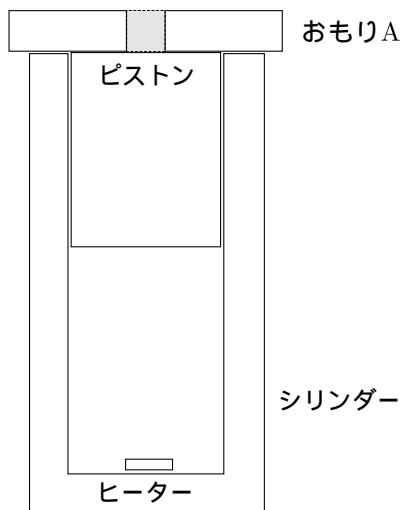


図 2

問1 ピストンがおもりAの位置に達する直前の気体の温度 T_1 はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 $T_1 =$

$\frac{h_1}{h_0} T_0$	$\frac{h_0}{h_1} T_0$	$\left(1 + \frac{h_1}{h_0}\right) T_0$
$\left(1 + \frac{h_0}{h_1}\right) T_0$	$\left(1 - \frac{h_1}{h_0}\right) T_0$	$\left(1 - \frac{h_0}{h_1}\right) T_0$

問2 はじめの状態から、ピストンがおもりAの位置まで達する間に、気体が外部に対してした仕事はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

0	$p_0 S h_0$	$p_0 S h_1$
$p_0 S (h_0 + h_1)$	$p_0 S (h_0 - h_1)$	$p_0 S (h_1 - h_0)$

物理 B

さらに気体を加熱したところ、気体の温度が T_2 になったときに、ピストンがおもり A を持ち上げ始めた。

問3 このときの気体の圧力 p_2 はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 $p_2 =$

$$p_0$$

$$p_0 + Mg$$

$$p_0 - Mg$$

$$\frac{Mg}{S}$$

$$p_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$p_0 - \frac{Mg}{S}$$

問4 T_2 を T_1 で表すとどうなるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 倍

$$\frac{p_2}{p_0} T_1$$

$$\frac{p_0}{p_2} T_1$$

$$\left(1 + \frac{p_2}{p_0}\right) T_1$$

$$\left(1 + \frac{p_0}{p_2}\right) T_1$$

$$\left(1 - \frac{p_2}{p_0}\right) T_1$$

$$\left(1 - \frac{p_0}{p_2}\right) T_1$$

問5 ピストンがおもり A の位置に達してから、おもり A を持ち上げ始める直前までについて述べた文として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

気体は外部に対して仕事をし、内部エネルギーは増加した。

気体は外部に対して仕事をし、内部エネルギーは減少した。

気体は外部に対して仕事をし、内部エネルギーは変化しない。

気体は外部に対して仕事をせず、内部エネルギーは増加した。

気体は外部に対して仕事をせず、内部エネルギーは減少した。

気体は外部に対して仕事をせず、内部エネルギーは変化しない。

第4問 次の各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 20)

図1のように、2枚のガラス板PとQのA端を一致させ、反対側のB端に薄い金属箔a(厚さ h)をはさんでくさび形空気層をつくる。これに上から単色光を当てて真上からその反射光を観測した。

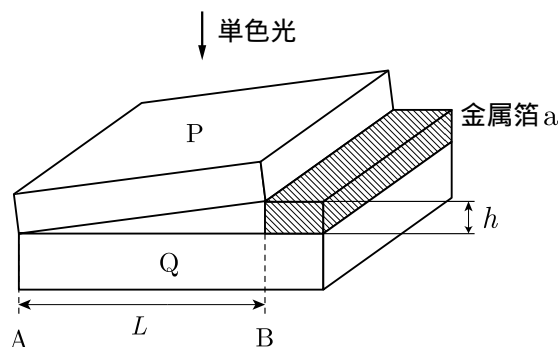


図 1

問1 観測してみられた現象について述べた文として、正しいものはどれか。次の～のうちから一つ選べ。

ガラス板Pの下面とガラス板Qの下面の二つの反射光が干渉して、明暗の縞模様が見られた。

ガラス板Pの上面とガラス板Qの上面の二つの反射光が干渉して、明暗の縞模様が見られた。

ガラス板Pの下面とガラス板Qの上面の二つの反射光が干渉して、明暗の縞模様が見られた。

ガラス板Pの上面とガラス板Qの下面の二つの反射光が干渉して、明暗の縞模様が見られた。

ガラス板Pの上面と下面，ガラス板Qの上面と下面の四つの反射光すべてが干渉して、明暗の縞模様が見られた。

問2 A 端からの距離 x の位置での空気層の厚さはいくらか。正しいものを、次の
 ~ のうちから一つ選べ。 2

$$\frac{hx}{L}$$

$$\frac{2hx}{L}$$

$$\frac{Lx}{h}$$

$$\frac{2Lx}{h}$$

$$\frac{hL}{x}$$

$$\frac{2hL}{x}$$

問3 A 端からの距離が x の位置の明線の条件はどうか。正しいものを、次の
 ~ のうちから一つ選べ。ただし、 $m = 0, 1, 2 \dots$ とする。 3

$$\frac{hx}{L} = m\lambda$$

$$\frac{2hx}{L} = m\lambda$$

$$\frac{hx}{L} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\frac{2hx}{L} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\frac{Lx}{h} = m\lambda$$

$$\frac{2Lx}{h} = m\lambda$$

$$\frac{Lx}{h} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\frac{2Lx}{h} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

物理 B

問4 B端にはさんでいる金属箔aより薄い金属箔bを、図2のように重ねて右端の厚さを増した。このとき、縞模様の様子について述べた文として正しいものはどれか。次の ~ のうちから一つ選べ。 4

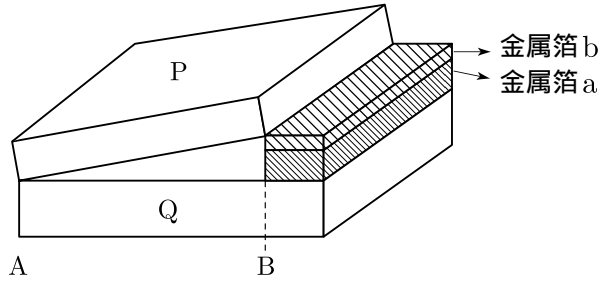


図 2

- 特に変化は見られず、同じ位置の同じ幅の縞模様が見られた。
- 縞模様の幅が広がった。
- 縞模様の幅が狭くなった。
- 縞模様の幅は変わらず、縞模様が全体的に A 端側に移動した。
- 縞模様の幅は変わらず、縞模様が全体的に B 端側に移動した。

問5 初めの状態に戻して、次はガラス板 P を図 3 のように全体的にほんの少しだけ上へ持ち上げた。このとき、縞模様の様子について述べた文として正しいものはどれか。次の ~ のうちから一つ選べ。 5

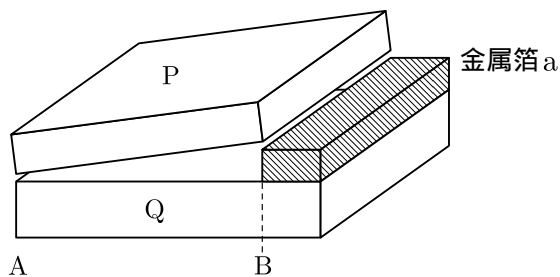


図 3

- 特に変化は見られず，同じ位置の同じ幅の縞模様が見られた。
- 縞模様の幅が広がった。
- 縞模様の幅が狭くなった。
- 縞模様の幅は変わらず，縞模様が全体的に A 端側に移動した。
- 縞模様の幅は変わらず，縞模様が全体的に B 端側に移動した。

第5問 次の各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 20)

図1のように、三つの抵抗と可変抵抗と電池と電流計をつないだ回路がある。ただし、電流計、電池の内部抵抗は無視できるものとする。

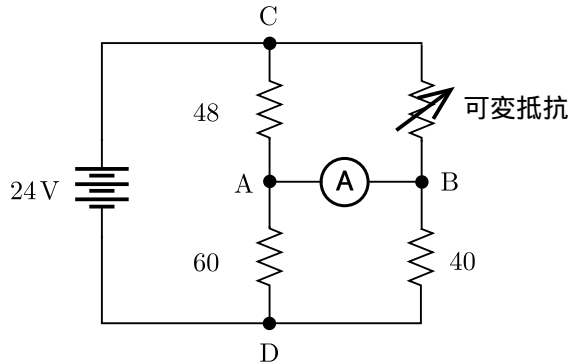


図 1

問1 可変抵抗の抵抗値が0のとき、電流計に流れる電流はどちら向きにいくらか。正しいものを、次の～のうちから一つ選べ。

- A から B へ 2.4 A
- B から A へ 2.4 A
- A から B へ 0.4 A
- B から A へ 0.4 A
- A から B へ 0.2 A
- B から A へ 0.2 A

問2 問1のとき、電池を流れる電流はいくらか。正しいものを、次の～のうちから一つ選べ。

- 0.2 A
- 0.6 A
- 0.8 A
- 1.0 A
- 1.2 A
- 2.0 A

問3 可変抵抗をある値にすると、電流計に流れる電流が0になった。このときの可変抵抗の値はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

0 32 40 48 60 100

問4 可変抵抗を48 にしたとき、電流計に流れる電流はどちら向きにいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

- A から B へ 1.0 A
- B から A へ 1.0 A
- A から B へ 0.2 A
- B から A へ 0.2 A
- A から B へ 0.05 A
- B から A へ 0.05 A

問5 問4のとき、CD間の合成抵抗はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

0 32 40 48 60 100