

物理基礎

(解答番号 ~)

第1問 次の問い(問1~4)に答えよ。(配点 16)

問1 次の文章中の空欄 ・ に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、次ページの①~⑧のうちから一つ選べ。

図1のように、隣りあって平行に敷かれた線路上を、2台の電車(電車AとB)が、反対向きに等速直線運動をしながらすれちがう。電車AとBの長さは、それぞれ、50 mと100 mであり、電車AとBの速さは、それぞれ、10 m/sと15 m/sである。電車Aに対する電車Bの相対速度の大きさは m/sである。また、電車Aの先頭座席に座っている乗客の真横に、電車Bの先頭が来てから電車Bの最後尾が来るまでに要する時間は sである。

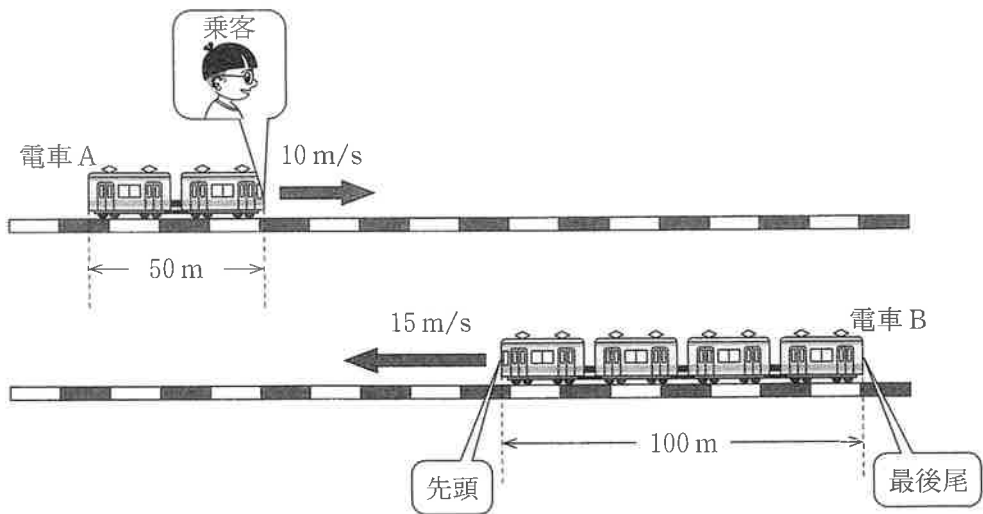


図 1

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	5	5	10	10	15	15	25	25
イ	20	30	10	15	6.7	10	4.0	6.0

物理基礎

問 2 図 2 のように、質量 m のおもりに糸を付けて手でつるした。時刻 $t = 0$ でおもりは静止していた。おもりが糸から受ける力を F とする。鉛直上向きを正として、 F が図 3 のように時間変化したとき、おもりはどのような運動をするか。 $0 < t < t_1$ の区間 1, $t_1 < t < t_2$ の区間 2, $t_2 < t$ の区間 3 の各区間において、運動のようすを表した次ページの文の組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。

2



図 2

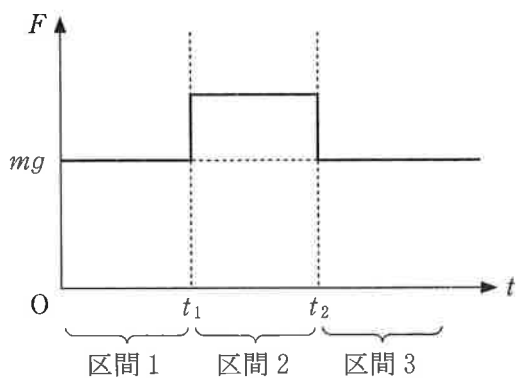


図 3

- a 静止している。
- b 一定の速さで鉛直方向に上昇している。
- c 一定の加速度で速さが増加しながら鉛直方向に上昇している。
- d 一定の加速度で速さが減少しながら鉛直方向に上昇している。

	区間 1	区間 2	区間 3
①	a	b	a
②	a	b	d
③	a	c	a
④	a	c	b
⑤	b	c	a
⑥	b	c	b
⑦	b	c	d

物理基礎

問 3 図4のように、鉛直上向きに y 軸をとる。小球を、 $y = 0$ の位置から鉛直上向きに投げ上げた。この小球は、 $y = h$ の位置まで上がったのち、 $y = 0$ の位置まで戻ってきた。小球が上昇しているときおよび下降しているときの、小球の y 座標と運動エネルギーの関係は、次ページのグラフ(a), (b), (c)の実線のうちそれぞれどれか。その組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、グラフ中の破線は $y = 0$ を基準とした重力による位置エネルギーを表している。また、空気抵抗は無視できるものとする。

3

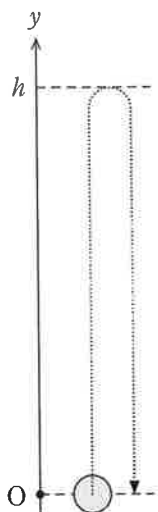
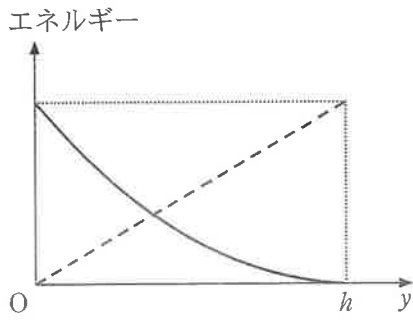
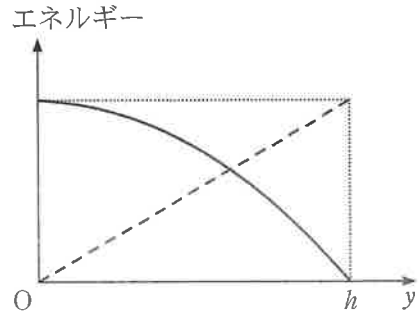


図 4

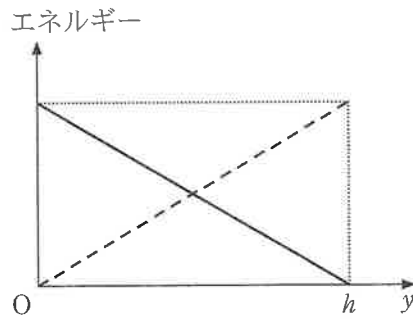
(a)



(b)



(c)



— 運動エネルギー

- - - 位置エネルギー

	上昇中	下降中
①	(a)	(a)
②	(a)	(b)
③	(a)	(c)
④	(b)	(a)
⑤	(b)	(b)
⑥	(b)	(c)
⑦	(c)	(a)
⑧	(c)	(b)
⑨	(c)	(c)

物理基礎

問 4 縦波について説明した次の文章中の空欄 **ウ** ・ **エ** に入れる式と記号の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。

4

図 5 の(i)のように、振動していない媒質に等間隔に印をつけた。この媒質中を、ある振動数の連続的な縦波が右向きに進んでいる。ある瞬間に、媒質につけた印が図 5 の(ii)のようになった。ただし、破線は(i)と(ii)の媒質上の同じ印を結んでいる。また、媒質が最も密になる位置の間隔は L であった。

そのあと、再び初めて(ii)のようになるまでに経過した時間が T であるならば、縦波が媒質中を伝わる速さは **ウ** である。

また、(ii)の a, b, c, d のうち **エ** の部分では、媒質の変位はすべて左向きである。

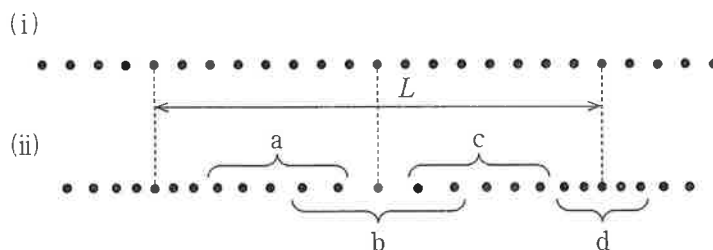


図 5

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ウ	LT	LT	LT	LT	$\frac{L}{T}$	$\frac{L}{T}$	$\frac{L}{T}$	$\frac{L}{T}$
エ	a	b	c	d	a	b	c	d

(下書き用紙)

物理基礎の試験問題は次に続く。



物理基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 16)

A 容器に水と電熱線を入れて、水の温度を上昇させる実験をした。ただし、容器と電熱線の温度上昇に使われる熱量、攪拌による熱の発生、導線の抵抗、および、外部への熱の放出は無視できるものとする。また、電熱線の抵抗値は温度によらず、水の量も変化しないものとする。

問1 図1のように、異なる2本の電熱線A、Bを直列に接続して、それぞれを同じ量で同じ温度の水の中に入れた。接続した電熱線の両端に電圧をかけて水をゆっくりと攪拌しながら、しばらくしてそれぞれの水の温度を測ったところ、電熱線Aを入れた水の方が高かった。

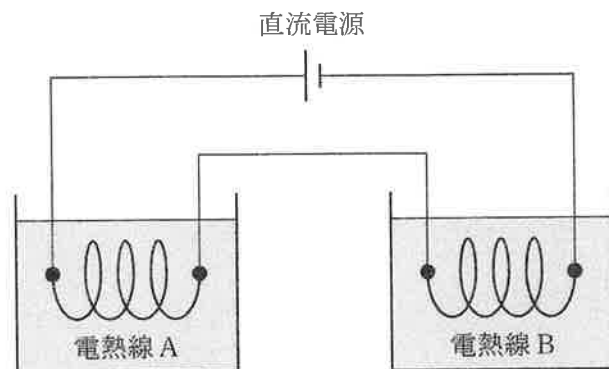


図 1

このとき、次のア～ウの記述のうち正しいものをすべて選び出した組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 5

- ア 電熱線 A を流れる電流が電熱線 B を流れる電流より大きかった。
- イ 電熱線 B の抵抗値が電熱線 A の抵抗値より大きかった。
- ウ 電熱線 A にかかる電圧が電熱線 B にかかる電圧より大きかった。

- ① ア
- ② イ
- ③ ウ
- ④ アとイ
- ⑤ イとウ
- ⑥ アとウ
- ⑦ アとイとウ
- ⑧ 正しいものはない

問 2 図 2 のように、別の異なる 2 本の電熱線 C, D を並列に接続して、それぞれを同じ量で同じ温度の水の中に入れた。接続した電熱線の両端に電圧をかけて水をゆっくりと攪拌しながら、しばらくしてそれぞれの水の温度を測ったところ、電熱線 C を入れた水の温度の方が高かった。

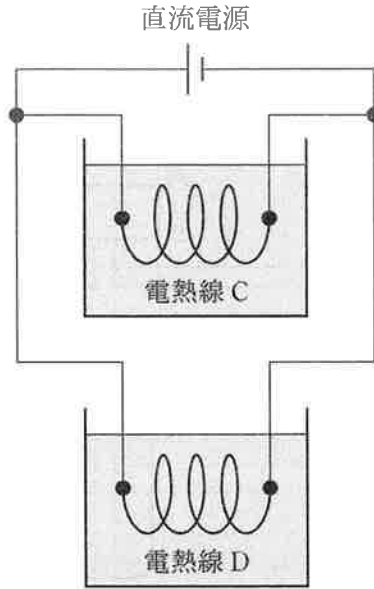


図 2

このとき、次のア～ウの記述のうち正しいものをすべて選び出した組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

- ア 電熱線 C を流れる電流が電熱線 D を流れる電流より大きかった。
- イ 電熱線 D の抵抗値が電熱線 C の抵抗値より大きかった。
- ウ 電熱線 C にかかる電圧が電熱線 D にかかる電圧より大きかった。

- | | | |
|---------|------------|-------|
| ① ア | ② イ | ③ ウ |
| ④ アとイ | ⑤ イとウ | ⑥ アとウ |
| ⑦ アとイとウ | ⑧ 正しいものはない | |

物理基礎

B ドライヤーで消費される電力を考える。ドライヤーの内部には、図3のように、電熱線とモーターがあり、電熱線で加熱した空気をモーターについたファンで送り出している。ドライヤーの電熱線とモーターは、100Vの交流電源に並列に接続されている。ドライヤーを交流電源に接続してスイッチを入れると、ドライヤーからは温風が噴き出した。ただし、モーターと電熱線以外で消費される電力は無視できるものとする。

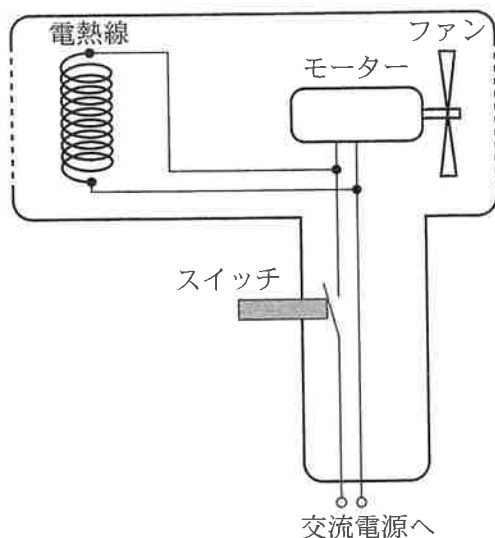


図 3

問 3 ドライヤー全体で消費されている電力 P 、電熱線で消費されている電力 P_h 、モーターで消費されている電力 P_m の関係を表わす式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

① $P = \frac{P_h + P_m}{2}$

② $P = P_h = P_m$

③ $\frac{1}{P} = \frac{1}{P_h} + \frac{1}{P_m}$

④ $P = P_h + P_m$

問 4 電熱線の抵抗値が $10\ \Omega$ のドライヤーを 2 分間動かし続けるとき、電熱線で消費される電力量は何 J か。次の式中の空欄 ・ に入れる数字として最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、ドライヤーの電熱線の抵抗値は、温度によらず一定であるとする。電力量は、交流電源の電圧を $100\ \text{V}$ とし、直流の場合と同じように計算してよい。

$$\text{8} \cdot \text{9} \times 10^5 \text{ J}$$

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

物理基礎

第3問 次の文章は、演劇部の公演の一場面を記述したものである。王女の発言は科学的に正しいが、細工師の発言は正しいとは限らないとして、後の問い(問1～3)に答えよ。(配点 18)

王女役と細工師役が、図1のスプーンAとスプーンBについての言い争いを演じている。

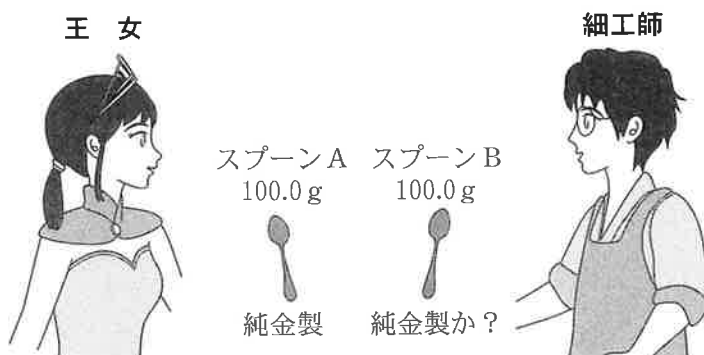


図 1

王女：ここに純金製のスプーン(スプーンA)と、あなたが作ったスプーン(スプーンB)があります。どちらも質量は100.0gですが、色が少し異なっているように見え、スプーンBは純金に銀が混ぜられているという噂があります。

細工師：いえいえ、スプーンBは純金製です。純金製ではないという証拠を見せてください。

王女は、スプーンBが純金製か、銀が混ぜられたものかを判別するために、スプーンAとBの物理的な性質を実験で調べることにした。

問 1 次の文章中の空欄 ~ に入れる語句として最も適当なものを、それぞれの直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

王女はスプーン A とスプーン B の比熱(比熱容量)を比較するために次の実験を行った。スプーン A とスプーン B を温度 $60.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ にして、それぞれを温度 $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水 200.0 g に入れたところ、以下の温度で熱平衡になった。ただし、熱のやりとりはスプーンと水の間だけで行われるとする。

- スプーン A を水に入れた場合： $20.6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- スプーン B を水に入れた場合： $20.7\text{ }^{\circ}\text{C}$

王 女：この結果からスプーン A とスプーン B の比熱は異なっており、ス

プーン B の方が比熱が { $\textcircled{1}$ 大きい }
 { $\textcircled{2}$ 小さい } ことがわかります。

ですから、スプーン B は純金製ではありません！

細工師：いえいえ、この実験で温度の違いが $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ というのは、同じ温度のようなものです。どちらも純金製ですよ。

細工師の主張に対して、もしこの実験における水の量を

{ $\textcircled{1}$ 2 倍 }
 { $\textcircled{2}$ 半分 } にしていれば、あるいは、水に入れる前のスプーンと

水の温度差を { $\textcircled{1}$ 大きく }
 { $\textcircled{2}$ 小さく } していれば、実験結果の温度の違いをよ

り大きくできたであろう。しかし、王女はそこまでは気が付かなかった。

物理基礎

問 2 次の文章中の空欄 13 ~ 15 に入れる語句として最も適当なものを、それぞれの直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

王 女：ならば、スプーン A とスプーン B の密度を比較すれば、スプーン B が純金製かどうかわかるはずです。

スプーン A とスプーン B を軽くて細いひもでつなぎ、軽くてなめらかに回転できる滑車にかけると、空気中では、図 2(i) のようにつりあって静止した。次に、このままゆっくりとスプーン A とスプーン B を水中に入れたところ、図 2(ii) のように、スプーン A が下がり容器の底についた。ただし、空気による浮力は無視できるものとする。

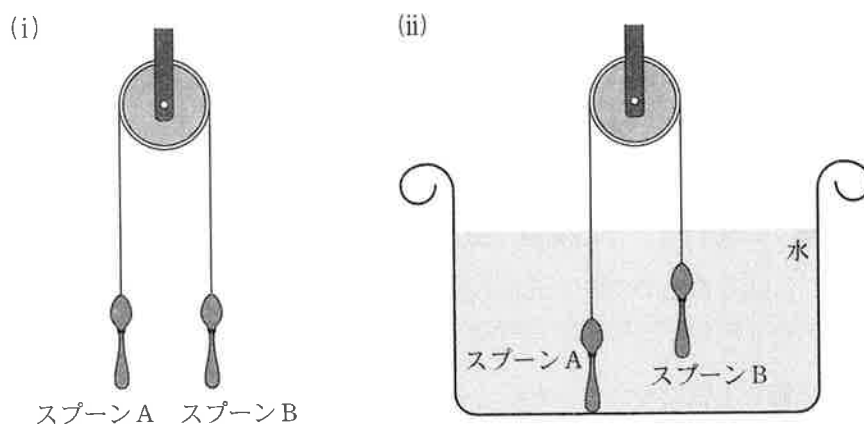


図 2

王 女：スプーンを水中に入れたとき，図 2(ii)のようになった理由は，スプーン B にはたらく重力の大きさは，スプーン A にはたらく重力の大き

さ $\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1} \text{ よりも大きく,} \\ \textcircled{2} \text{ よりも小さく,} \\ \textcircled{3} \text{ と同じであり,} \end{array} \right\}$

スプーン B にはたらく浮力の大きさは，スプーン A にはたらく浮力

の大きさ $\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1} \text{ よりも大きい} \\ \textcircled{2} \text{ よりも小さい} \\ \textcircled{3} \text{ と同じである} \end{array} \right\}$ ためです。

このことから，スプーン B の体積はスプーン A の体積よりも

$\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1} \text{ 大きく,} \\ \textcircled{2} \text{ 小さく,} \end{array} \right\}$ スプーン A とスプーン B の密度が違うこ

とがわかります。

つまり，スプーン B は純金製ではありません！

細工師：これは，スプーン A とスプーン B の形状が少し違うから…。

細工師は何か言いかけたところで言葉に詰まった。

物理基礎

問 3 次の文章中の空欄 16 ・ 17 に入れるものとして最も適当なものを、直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

王 女：ならば、スプーン A とスプーン B の電気抵抗 R を測定して、さらにはっきりと判別してみせましょう。

王女はスプーン A から針金 A を、スプーン B から針金 B を、形状がいずれも

断面積 $S = 2.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ 長さ $l = 1.0 \text{ m}$

となるように作製した。この針金の両端に電極をとりつけ、両端の電圧 V と流れた電流 I の関係を調べた。破線を針金 A、実線を針金 B として、その実験結果を図 3 に示す。

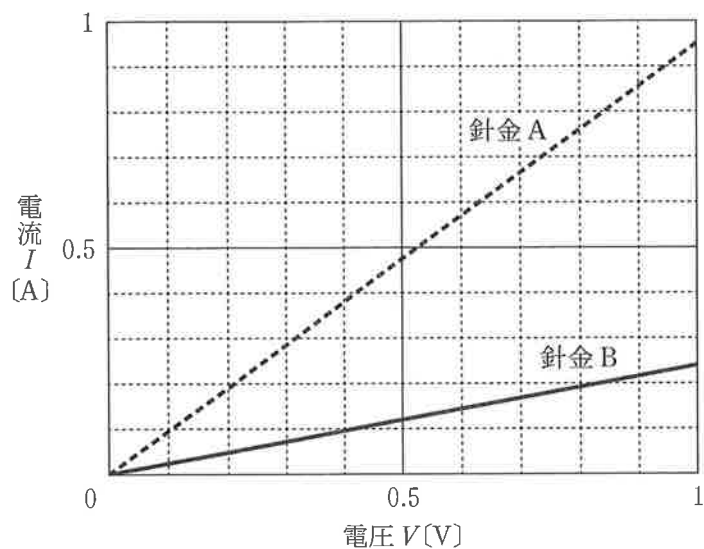


図 3

王 女：図3の結果を見てみなさい。針金Aと針金Bの電気抵抗はまったく違います。この結果から、針金Bの電気抵抗 R はおよそ

16 $\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1} \quad 4.1 \times 10^{-1} \Omega \\ \textcircled{2} \quad 2.4 \Omega \\ \textcircled{3} \quad 4.1 \Omega \\ \textcircled{4} \quad 2.4 \times 10^1 \Omega \end{array} \right\}$ であることがわかります。また、そ

の抵抗率 ρ を、 ρ と R の関係式

17 $\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1} \quad \rho = \frac{1}{R} \frac{l}{S} \\ \textcircled{2} \quad \rho = \frac{1}{R} \frac{S}{l} \\ \textcircled{3} \quad \rho = R \frac{l}{S} \\ \textcircled{4} \quad \rho = R \frac{S}{l} \end{array} \right\}$ を用いて求めると、その値は資料集に

記載された金の抵抗率と明らかに違うことがわかります。一方、針金Aの抵抗率を計算すると金の抵抗率と一致します。ですから、針金Bは純金製ではありません！

細工師があわてて逃げ出したところで幕が下りた。