

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 に入れる指数として最も適当な数字を，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

水圧は水面からの深さによって変化する。水深 1.0 m の場所の水圧と，水深 2.0 m の場所の水圧を比べた場合，水圧は $9.8 \times 10^{\text{1}}$ Pa だけ異なる。ただし，水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。また， $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ である。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問 2 円柱状の金属導線を流れる電流の大きさは導線の断面を単位時間に通過する自由電子の電気量の大きさである。図 1 は、断面積 S の導線の一部分であり、自由電子がすべて同じ速さ u で同じ向きに進んでいる様子を模式的に表している。同様に表 1 の図の A~F は、導線の断面積が $2S$, $\frac{S}{2}$ の 2 通り、自由電子の速さが $2u$, u , $\frac{u}{2}$ の 3 通りからなる 6 通りの組合せを示している。図 1 と表 1 の図の導線内の単位体積あたりの自由電子の個数がすべて同じであるとして、電流の大きさが図 1 と同じになるものの組合せを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。 2

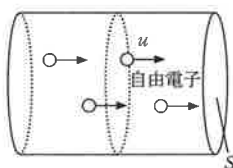


図 1

表 1

		自由電子の速さ		
		$2u$	u	$\frac{u}{2}$
導線の断面積	$2S$	A	B	C
	$\frac{S}{2}$	D	E	F

- ① A と F ② B と E ③ C と D
 ④ すべて ⑤ なし

物理基礎

問 3 図 2 は、 x 軸上を正の向きに速度 2 cm/s で進むパルス波の変位 y を表している。 $x = 10 \text{ cm}$ の位置で、パルス波は固定端反射する。このパルス波の、図 2 の状態から 5 s 後の波形として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

3

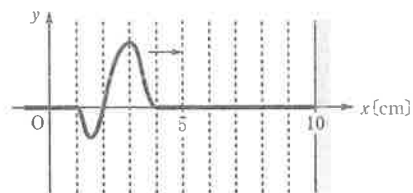
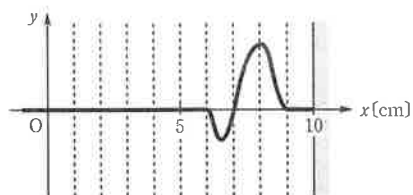
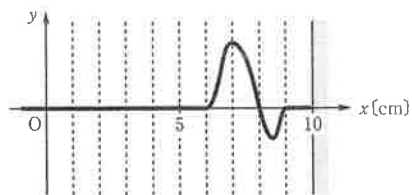


図 2

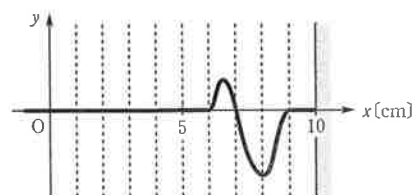
①



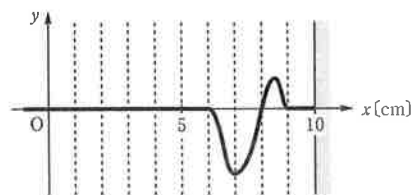
②



③



④



問 4 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる語句および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。 **4**

アルミニウムの比熱(比熱容量)が $0.90 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ であることを確認する実験をしたい。図 3 (a)のように、温度 $T_1 = 42.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 、質量 100 g のアルミニウム球を、温度 $T_2 = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 、質量 M の水の中に入れ、図 3 (b)のように、アルミニウム球と水が同じ温度になったとき、水の温度 T_3 を測定する。水の質量 M が **ア** なるほど、温度上昇 $T_3 - T_2$ が小さくなる。

温度上昇 $T_3 - T_2$ が $1.0 \text{ }^\circ\text{C}$ になるようにするためには、 $M =$ **イ** g としなければならない。ただし、水の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ であり、熱はアルミニウム球と水の間だけで移動し、水およびアルミニウムの比熱は温度によらず一定とする。

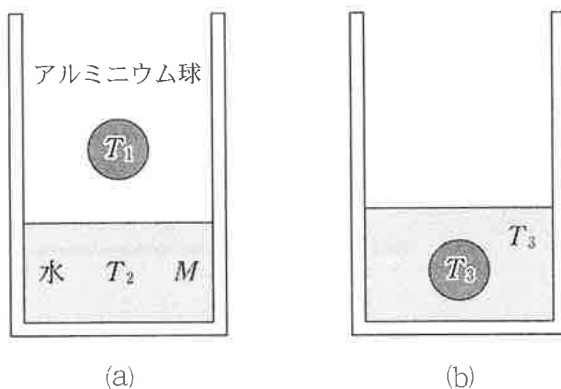


図 3

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	大きく	大きく	大きく	小さく	小さく	小さく
イ	450	500	630	450	500	630

物理基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(配点 19)

A 気体の共鳴と音速について考える。

問1 次の文章中の空欄 5 に入れる式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

実験室内に、図1のような一端がピストンで閉じられ、気柱の長さが自由に変えられる管がある。管の開口部でスピーカーから振動数 f の音を出し、ピストンを開口端から徐々に動かして、最初に共鳴が起こるときの長さを測定すると L_1 であった。さらにピストンを動かし、次に共鳴する長さを測定したところ L_2 であった。これより音速は 5 と求められる。ただし、開口端補正は無視できるものとする。

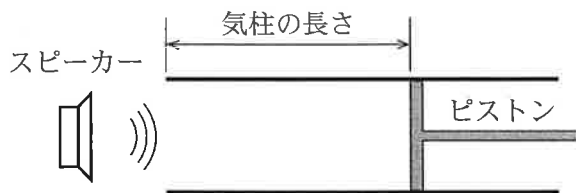


図 1

- ① fL_2 ② $2fL_2$ ③ $f(L_2 - L_1)$
④ $2f(L_2 - L_1)$ ⑤ $f(L_2 - L_1)\frac{L_2}{L_1}$ ⑥ $f(L_2 - L_1)\frac{L_1}{L_2}$

問 2 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。

気柱の長さを L_2 に保ったまま、共鳴が起こらなくなるまで実験室の気温を徐々に下げた。共鳴が起こらなくなったのは、管内の空気の温度が下がったため、

管内の {

- ① 音の波長が長くなった
- ② 音の波長が短くなった
- ③ 音の振動数が大きくなった
- ④ 音の振動数が小さくなった
- ⑤ 音が縦波から横波になった

} からである。

このあと、ピストンの位置を左に動かしていったところ、管の開口端に達

するまでに共鳴は {

- ① 1回
- ② 2回
- ③ 3回
- ④ 0回

} 起こった。

物理基礎

B オームの法則を確かめるために図2のような回路で抵抗に電圧を加え、流れる電流を電流計で測定した。

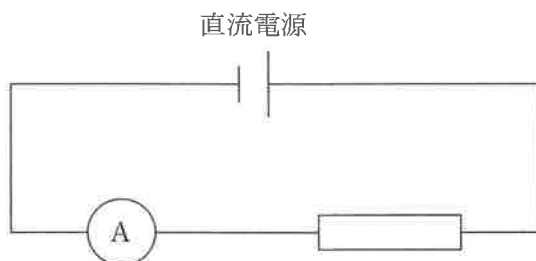


図 2

問 3 電流計の端子に図3のように導線を接続して、図2の回路の抵抗にある電圧を加えたところ、電流計の針が振れて図4の位置で静止した。最小目盛りの $\frac{1}{10}$ まで読み取るとして、電流計の読み取り値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。 8

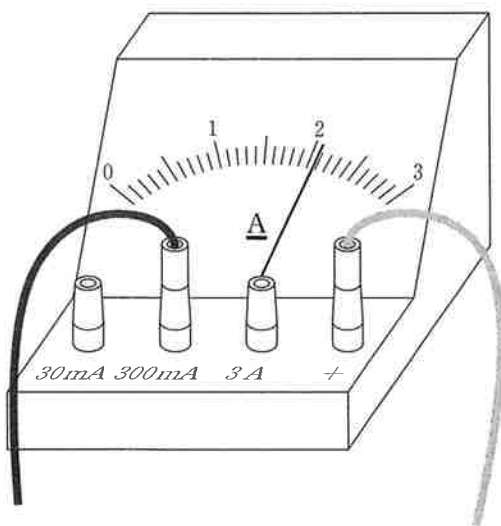


図 3

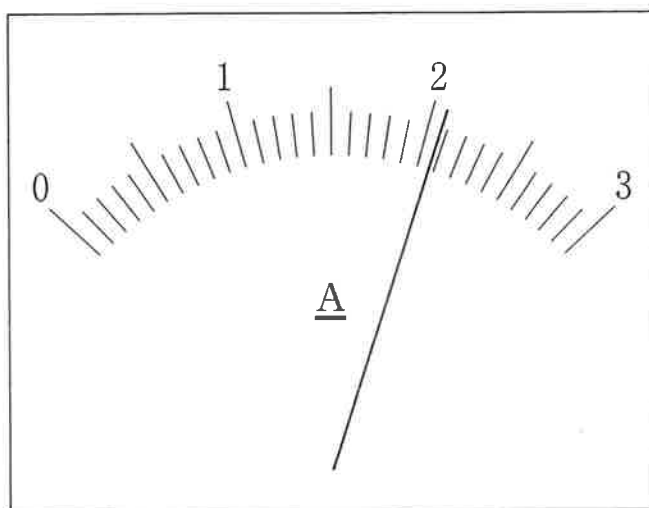


図 4

- | | | |
|------------|-----------|----------|
| ① 0.02 A | ② 0.2 A | ③ 2 A |
| ④ 0.021 A | ⑤ 0.21 A | ⑥ 2.1 A |
| ⑦ 0.0207 A | ⑧ 0.207 A | ⑨ 2.07 A |

物理基礎

問 4 抵抗に加える電圧を 2 V から 40 V まで 2 V ずつ変えながら電流を測定して、図 5 のようなグラフを得た。黒丸は測定点である。測定するとき、電流計の針が振り切れず、かつ、電流がより正確に読み取れるように電流計の 30 mA、300 mA、3 A の端子を選んだ。図 5 の各測定点の電流値を読み取ったとき、どの端子を使っていたか。各端子で測定したときに加えていた電圧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

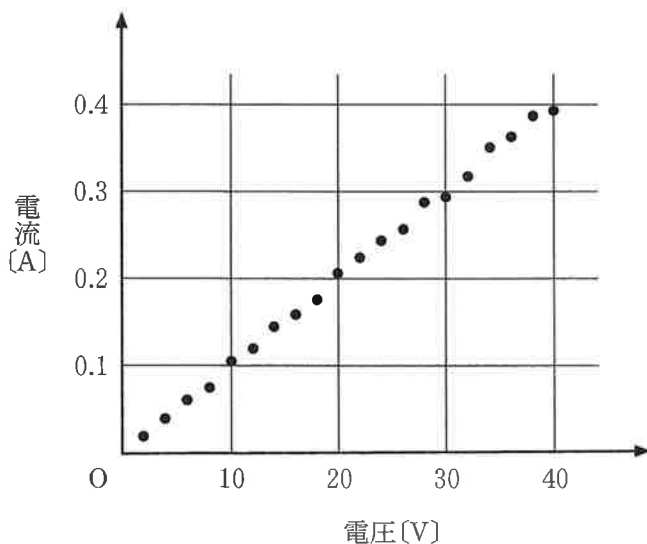


図 5

	30 mA 端子	300 mA 端子	3 A 端子
①	2 V	4 ~ 30 V	32 ~ 40 V
②	2 V	4 ~ 18 V	20 ~ 40 V
③	2 ~ 8 V	10 ~ 40 V	使わない
④	2 ~ 8 V	10 ~ 30 V	32 ~ 40 V
⑤	2 ~ 8 V	10 ~ 18 V	20 ~ 40 V
⑥	使わない	2 ~ 30 V	32 ~ 40 V

問 5 図 5 のように、測定された電流は加えた電圧にほぼ比例するのでオームの法則が成り立っていることがわかる。この抵抗値をより正確に決定するためにどのデータを使えばよいか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 最大の電圧 40 V とそのときの測定電流
- ② 中央の電圧 20 V とそのときの測定電流
- ③ 中央の電圧 20 V と最大の電圧 40 V の測定点 2 点を通る直線の傾き
- ④ 図 5 でなるべく多くの測定点の近くを通るように引いた直線の傾き

また、得られる抵抗値として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 0.01Ω
- ② 0.1Ω
- ③ 1Ω
- ④ 10Ω
- ⑤ 100Ω

物理基礎

第3問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 15)

電車の運転席には様々な計器がある。電車がA駅を出発してからB駅に到着するまで、電車の速さ v 、電車の駆動用モーターに流れた電流 I 、モーターに加わった電圧 V を2sごとに記録したデータがある。図1は v と時刻 t の関係を、図2は I と t の関係をグラフにしたものである。電流が負の値を示しているのは、電車のモーターを発電機にして運動エネルギーを電気エネルギーに変換しているためである。A駅とB駅間の線路は、地図上では直線である。車両全体の質量は $3.0 \times 10^4 \text{ kg}$ であり、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

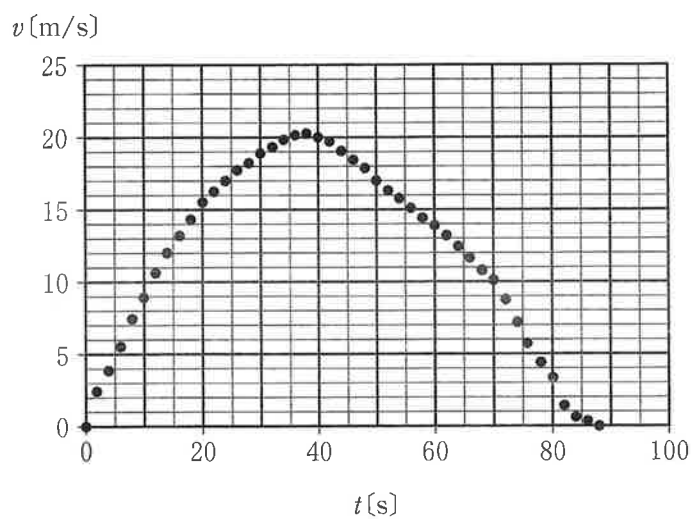


図 1

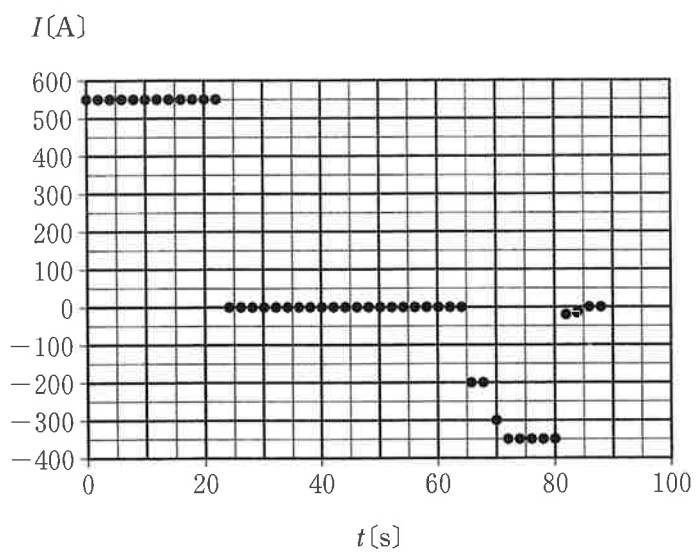


図 2

物理基礎

問 1 $t = 0 \text{ s}$ から $t = 20 \text{ s}$ の間、等加速度直線運動をしているとみなしたとき、加速度の大きさは、およそ何 m/s^2 か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 m/s^2

- ① 0 ② 0.4 ③ 0.8 ④ 1.2 ⑤ 1.6 ⑥ 2.0

問 2 この電車が A 駅から B 駅まで走った距離を図 1 の $v-t$ グラフから求めると、およそ何 m か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

m

- ① 600 ② 1100 ③ 1700 ④ 2500 ⑤ 3500

問 3 $t = 0 \text{ s}$ から $t = 20 \text{ s}$ の間で、電圧 V は 600 V でほぼ一定であった。この間の、電車のモーターが消費した電力量は、およそ何 J か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。電力量 = J

- ① 3×10^5 ② 5×10^5 ③ 7×10^5
④ 3×10^6 ⑤ 5×10^6 ⑥ 7×10^6

問 4 $t = 40 \text{ s}$ から $t = 60 \text{ s}$ の区間で、電車は勾配のある線路上を運動していた。摩擦や空気抵抗の影響を無視し、力学的エネルギーが保存されるものとする。この区間の高低差はおよそ何 m か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 m

① 1

② 5

③ 10

④ 20

⑤ 30