

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 20℃、熱容量 160 J/K の器に、80℃、160 g のスープを注いでしばらく待ったところ、全体の温度は等しくなった。その温度の値として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、スープは均質であり、その比熱(比熱容量)は 4.0 J/(g・K)とする。また、蒸発の影響や、スープおよび器と外部の間の熱の出入りは無視できるものとする。

① 32℃

② 50℃

③ 56℃

④ 60℃

⑤ 68℃

⑥ 72℃

問 2 床に静止している質量 m の小物体に、大きさ F の一定の力を加え続けて、小物体を鉛直上方に運動させた。この小物体が、床からの高さ h の点を通じたときの、小物体の運動エネルギー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。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

① 0

② mgh

③ Fh

④ $(F - mg)h$

⑤ $(F + mg)h$

⑥ $\frac{1}{2} mF^2$

物理基礎

問 3 モバイルバッテリーを直流電流で 160 秒間充電した。充電中の電流を電流計で測ると 1.0 A で一定であった。この充電の間に電流計を通過した電気量は、電子何個分か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、電子 1 個あたりの電気量の大きさは $1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ とする。

3

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| ① 1.0×10^{-21} 個 | ② 2.6×10^{-17} 個 | ③ 1.0 個 |
| ④ 1.6×10^2 個 | ⑤ 3.9×10^{16} 個 | ⑥ 1.0×10^{21} 個 |

- 問 4 白熱電球および LED 電球のエネルギー変換について考察した次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる数値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**

電球が消費する電力量のうち、光エネルギーとして放出される量が占める割合を、電球の効率と呼ぶことにする。消費電力 60 W、効率 10 % の白熱電球が 1 時間点灯する間に放出する光エネルギーは、 **ア** Wh である。また、同じ時間点灯する間に、この白熱電球と同じ大きさの光エネルギーを放出する、消費電力 15 W の LED 電球の効率は、 **イ** % と見積もられる。

	ア	イ
①	6.0	40
②	6.0	60
③	22	40
④	22	60
⑤	54	40
⑥	54	60
⑦	600	40
⑧	600	60

物理基礎

第2問 AさんとBさんが浮力に関する探究活動を行っている。後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 18)

Aさん：ばねはかりを買ったので、ジャガイモで浮力の実験をしてみよう。

Bさん：ジャガイモは水に沈むので、水より密度は大きいはずだね。

Aさん：密度と浮力の関係を確認しておこう。

問1 密度 $2.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，質量 1.0 kg の物体が水中に完全に沈んでいるとき，物体にはたらく浮力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。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。 5

① 4.9 N

② $4.9 \times 10^3 \text{ N}$

③ 9.8 N

④ $9.8 \times 10^3 \text{ N}$

⑤ $2.0 \times 10^1 \text{ N}$

⑥ $2.0 \times 10^4 \text{ N}$

Aさん：糸でジャガイモをばねはかりにつるし、水を入れた計量カップに徐々に沈めてみよう。

Bさん：ジャガイモの下端Pの水面からの深さと、ばねはかりの値から、浮力の変化がわかるんじゃないかな？

Aさん：そうだね。Pが水面より上にあるときは深さを負の値とすればいいね。せっきくなので計量カップの下にキッチンばかりを置いて実験してみようよ。

図1のようにAさんとBさんの二人は、水を入れた計量カップとジャガイモを用いて実験を行った。

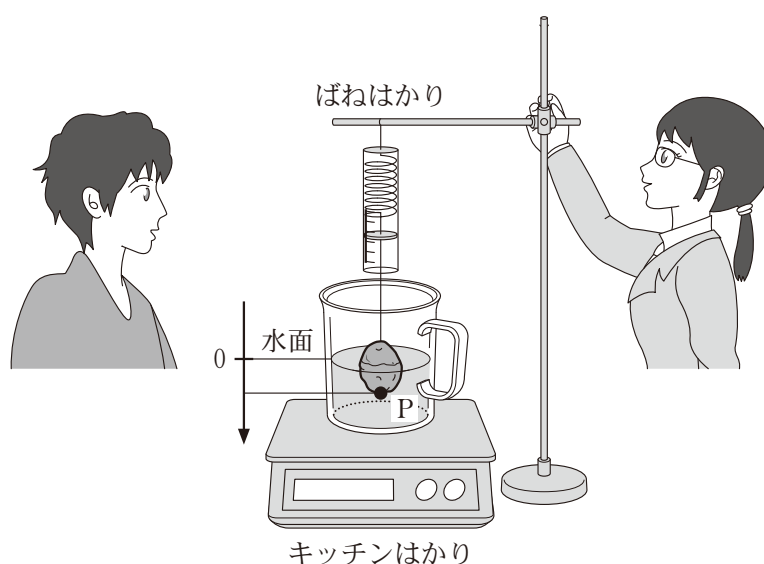


図 1

物理基礎

AさんとBさんは、結果を図2の二つのグラフにまとめて議論している。

問2 次の会話文中の空欄 ア ・ イ には、それぞれ直後の $\{ \quad \}$ 内の数式および値のいずれか一つが入る。入れる数式および値を示す記号の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、糸の質量と体積は無視できるものとする。 6

Aさん：ジャガイモが計量カップの底についていないとき、ジャガイモにはたらく力について考えてみよう。

Bさん：ジャガイモにはたらく力は浮力と重力と糸の張力だね。

Aさん：浮力の大きさを F ，重力の大きさを W ，張力の大きさを T とする

と、 ア $\left\{ \begin{array}{l} \text{(a)} \ F = T + W \\ \text{(b)} \ F = T - W \\ \text{(c)} \ F = W - T \end{array} \right\}$ の関係があるね。

Bさん：図2の上のグラフから読み取るとジャガイモ全体が水に沈んだときの

浮力の大きさは、約 イ $\left\{ \begin{array}{l} \text{(d)} \ 0.1 \\ \text{(e)} \ 1.0 \\ \text{(f)} \ 1.1 \end{array} \right\}$ N だね。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	(a)	(a)	(a)	(b)	(b)	(b)	(c)	(c)	(c)
イ	(d)	(e)	(f)	(d)	(e)	(f)	(d)	(e)	(f)

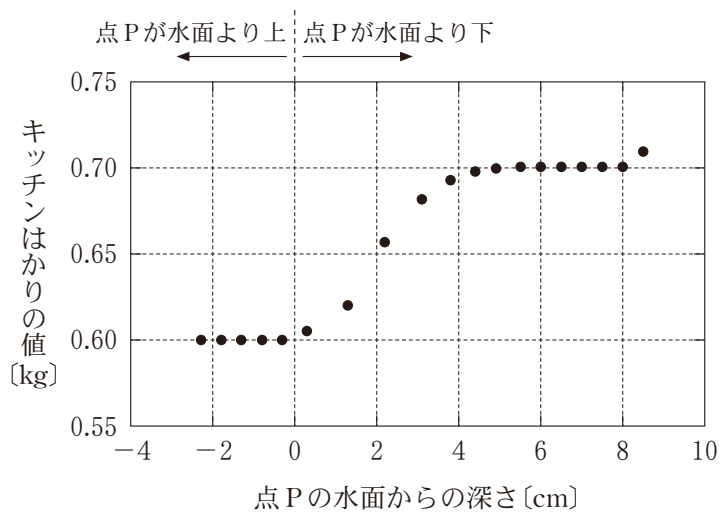
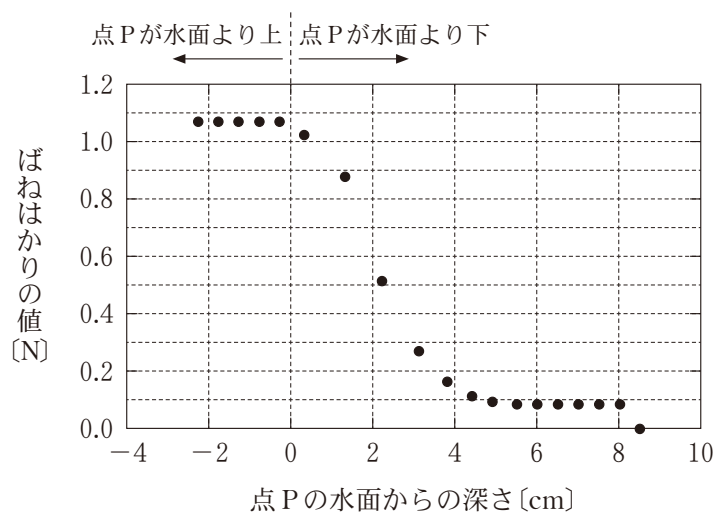


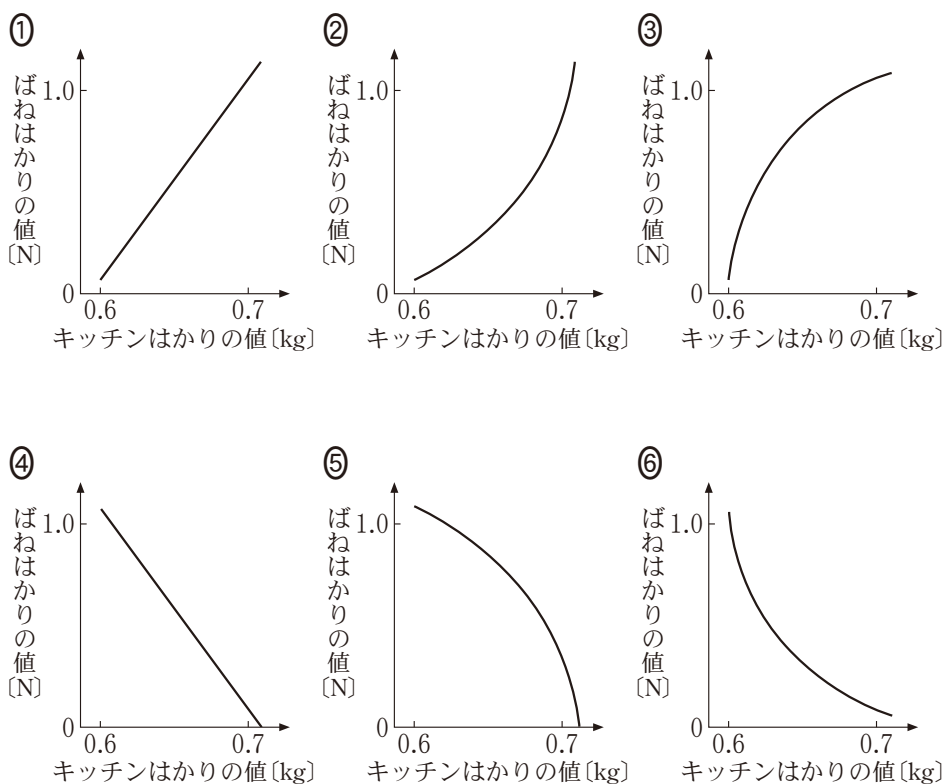
図 2

物理基礎

Aさん：図2の二つのグラフでは、キッチンはかりの値が大きくなるとばねはかりの値は小さくなるね。

Bさん：その関係をグラフで表してみよう。

問 3 ばねはかりの値とキッチンはかりの値の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7



Aさん：図2の上のグラフを見ると、ジャガイモを水に沈めていく間は、ばねはかりの値の変化が直線的ではなく曲線になっているけど、なぜかな？

Bさん：横軸の目盛りが0～5 cmあたりのところだね。ジャガイモの形が関係しているのかもしれないね。

Aさん：ジャガイモの代わりに、いろいろな形の物体で確かめてみればわかるね。

問4 水より密度の大きい様な材質でできたある形の物体をつるして、図1と同じような実験をした。すると、ばねはかりの値と点Pの水面からの深さとの関係を表すグラフが、次の図3ようになった。このとき、その物体とつるし方として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

8

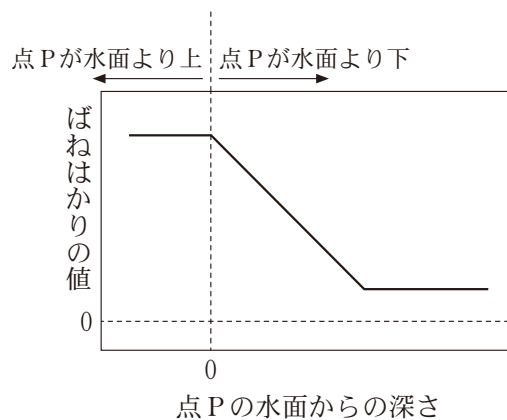
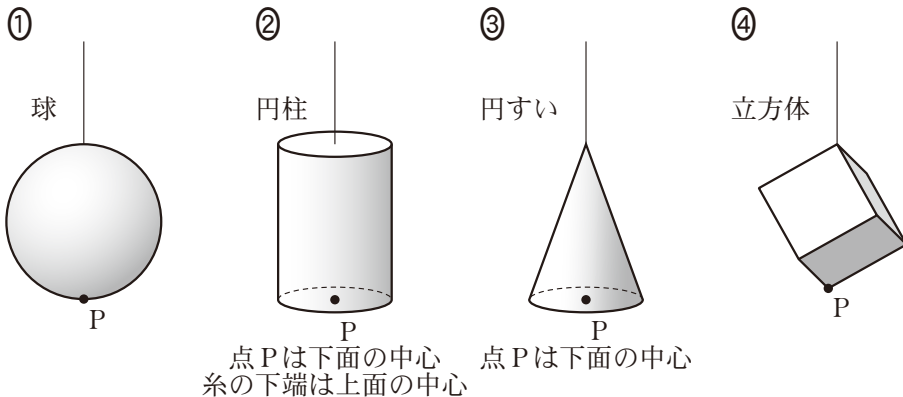


図 3



物理基礎

問 5 次の会話文中の空欄 **ウ** ・ **エ** にはそれぞれ直後の { } 内の語句のいずれか一つが入る。入れる語句を示す記号の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑨のうちから一つ選べ。 **9**

Aさん：ジャガイモが計量カップの底について糸が緩んでいるときに、ジャガイモにはたらく力はどうなっているのかな？

Bさん：ジャガイモにはたらく力は、計量カップの底からはたらく垂直抗力と

ウ $\left\{ \begin{array}{l} \text{(a) 重力} \\ \text{(b) 重力と浮力} \\ \text{(c) 重力と張力} \end{array} \right\}$ だね。

Aさん：そうすると、ジャガイモに計量カップの底からはたらく垂直抗力は、

水がない場合と比べると、 **エ** $\left\{ \begin{array}{l} \text{(d) 大きくなる} \\ \text{(e) 同じ大きさだ} \\ \text{(f) 小さくなる} \end{array} \right\}$ ね。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ウ	(a)	(a)	(a)	(b)	(b)	(b)	(c)	(c)	(c)
エ	(d)	(e)	(f)	(d)	(e)	(f)	(d)	(e)	(f)

物理基礎

第3問 空気中を伝わる音について、次の問い(問1～6)に答えよ。ただし、風の影響は無視できるものとする。(配点 16)

問1 音の速さに関する次の文章中の空欄 ア ・ イ に入れる語と文の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

気温が0℃のときと30℃のときで、音の速さを比べると、30℃のときの方が ア。また、気温0℃と30℃で、同じ振動数の音の波長を比べると、 イ。

	ア	イ
①	大きい	30℃のときの方が長い
②	大きい	30℃のときの方が短い
③	大きい	同じ長さである
④	小さい	30℃のときの方が長い
⑤	小さい	30℃のときの方が短い
⑥	小さい	同じ長さである

音の速さを三つの異なる方法で測定した。

問 2 1 番目の方法として、太鼓とストップウォッチを用いて、次の手順で音の速さを測定した。

太鼓を持った A さんと、ストップウォッチを持った B さんが、140 m 離れてグラウンドに立っている。B さんは、A さんが太鼓をたたくのを見てストップウォッチをスタートさせ、太鼓の音が聞こえたときにストップウォッチを止めた。このとき、ストップウォッチの表示は 0.42 s だった。この測定値から音の速さを有効数字 2 桁で表すとき、次の式中の空欄 11 ~ 13 に入る数字として最も適当なものを、後の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。

$$\boxed{11} . \boxed{12} \times 10^{\boxed{13}} \text{ m/s}$$

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

物理基礎

問 3 問 2 で求めた音の速さは、教科書に書かれている式から求めた値よりも小さかった。A さんと B さんは、「その原因は測定時のストップウォッチの操作にある」と考えた。表 1 に示す、ストップウォッチがスタートした時間とストップした時間の組合せ (a)~(e) から、原因として考えられるものをすべて選び、その記号の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑩のうちから一つ選べ。

14

表 1

	ストップウォッチが スタートした時間	ストップウォッチが ストップした時間
(a)	太鼓をたたく前	音が届いた後
(b)	太鼓をたたくと同時に	音が届く前
(c)	太鼓をたたくと同時に	音が届くと同時に
(d)	太鼓をたたくと同時に	音が届いた後
(e)	太鼓をたたいた後	音が届く前

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① (a)と(b) | ② (a)と(c) | ③ (a)と(d) | ④ (a)と(e) |
| ⑤ (b)と(c) | ⑥ (b)と(d) | ⑦ (b)と(e) | ⑧ (c)と(d) |
| ⑨ (c)と(e) | ⑩ (d)と(e) | | |

問 4 2 番目の方法として、「ピッ」という音を一定の間隔で 1 分間に 300 回出す装置(電子式メトロノーム)を使い、次の手順で音の速さを測定した。

まず、A さんと B さんは、それぞれメトロノームを持って集まり、その場所で二つのメトロノームから出る「ピッ」という音が同時に聞こえるようにした。次に、一つのメトロノームを持った A さんが、もう一つのメトロノームを持ってその場にとどまっている B さんから、ゆっくりと遠ざかっていった。すると、B さんには「ピッ」という音がずれて聞こえるようになった。やがて、A さんが B さんから 70 m 離れたときに、再び B さんには二つのメトロノームから出る「ピッ」という音が同時に聞こえた。この結果から求められる音の速さとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

15

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① 280 m/s | ② 300 m/s | ③ 340 m/s |
| ④ 350 m/s | ⑤ 370 m/s | ⑥ 420 m/s |

物理基礎

問 5 3 番目の方法として、図 1 のような、水だめを上下させることでガラス管内の空気の部分 (以下、これを気柱と呼ぶ) の長さを調節できる装置を用いて、次の手順で音の速さを測定した。

まず、ガラス管の上端の近くまで水面を上げた。次に、ガラス管の上で振動数 500 Hz のおんさを鳴らし、水面を下げていき、気柱が共鳴する水面の位置を測定した。このとき、気柱がはじめて共鳴したときの水面の位置と 2 回目に共鳴したときの水面の位置は 34 cm 離れていた。この結果から求められる音波の波長と、音の速さ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。

16

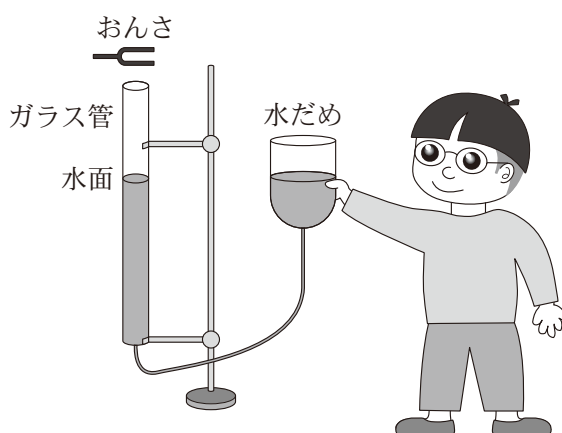


図 1

	波長[m]	音の速さ[m/s]
①	0.17	320
②	0.17	340
③	0.34	320
④	0.34	340
⑤	0.51	320
⑥	0.51	340
⑦	0.68	320
⑧	0.68	340

問 6 音波の特徴について説明した次の文章中の空欄 ウ ・ エ に入れる語と値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。

17

ヒトの聴くことのできる音の振動数は、およそ 20 Hz～20000 Hz といわれており、この範囲よりも振動数の大きい音波を超音波という。超音波の波長は、ヒトの聴くことのできる音の波長より ウ。振動数が 34000 Hz の超音波の波長は、室温でおよそ エ である。

	ウ	エ
①	短 い	0.1 mm
②	短 い	1 cm
③	短 い	1 m
④	短 い	0.1 km
⑤	長 い	0.1 mm
⑥	長 い	1 cm
⑦	長 い	1 m
⑧	長 い	0.1 km