

日本大学 医学部

理 科

物 理： 1 ～ 9 ページ

化 学： 11 ～ 20 ページ

生 物： 22 ～ 31 ページ

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答時間は2科目で120分間です。
3. 解答は、物理、化学、生物のうちから2科目を選び、選択した科目の解答用紙を使用して解答しなさい。解答用紙は物理（緑色）、化学（茶色）、生物（青色）です。
4. 解答用紙の記入にあたっては、解答用紙の注意事項を参照し、HBの鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
5. 受験番号、氏名、フリガナを物理、化学、生物すべての解答用紙に記入しなさい。受験番号は記入例を参照して、正しくマークしなさい。
6. 選択しない科目の解答用紙には、記入例を参照して、非選択科目マーク欄にマークしなさい。
7. マークの訂正には、消しゴムを用い、消しきずは丁寧に取り除きなさい。
8. 試験開始後、ただちにページ数を確認し、落丁や印刷の不鮮明なものがあれば申し出なさい。
9. 試験終了後、物理、化学、生物すべての解答用紙を提出しなさい。問題冊子は持ち帰りなさい。
10. 解答用紙は折り曲げないようにしなさい。

解答用紙の受験番号記入例と非選択科目記入例

数字の位置	受 験 番 号				
	万	千	百	十	一
	1	2	3	4	5
0		0	0	0	0
1	●	1	1	1	1
2	2	●	2	2	2
3	3	3	●	3	3
4	4	4	4	●	4
5	5	5	5	5	●
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8		8	8	8	8
9		9	9	9	9

物理を選択しないで、解答する場合

非選択科目マーク欄

{ 物理を選択しない
 場合のみマーク
 してください。 } ➡ ●

物 理

次の

1

 ～

39

 の解答を解答欄にマークしなさい。ただし数値で解答する場合の最後の桁は四捨五入によって求めなさい。また、分数で解答する場合は、既約分数で答えなさい。＜解答群＞のあるものは最も適切なものを一つ選びその番号をマークしなさい。

- 1 下図のように、水平面上の地点Aから距離 x [m] 離れた地点Bに、地面に対して垂直な反射板を置き、地点AとBの間に音源を置いた。地点Aに設置した観測器、反射板および音源は一直線上に並んでいる。音源は振動数144Hzの音を出すと同時に、地点Aに向かって、一定の速さ20 m/sで動き始めた。音速は340 m/sで、風はないとする。

音源が動き始めてから5秒後に、地点Aで音源から発する音を観測した。その振動数 f_1 は

1	2	3
---	---	---

 [Hz] で、地点Bで反射された音の振動数 f_2 は

4	5	6
---	---	---

 [Hz] である。また、 f_1 の音を聞いた8秒後から地点Aでうなりが観測された。地点AとBの間の距離 x は

7

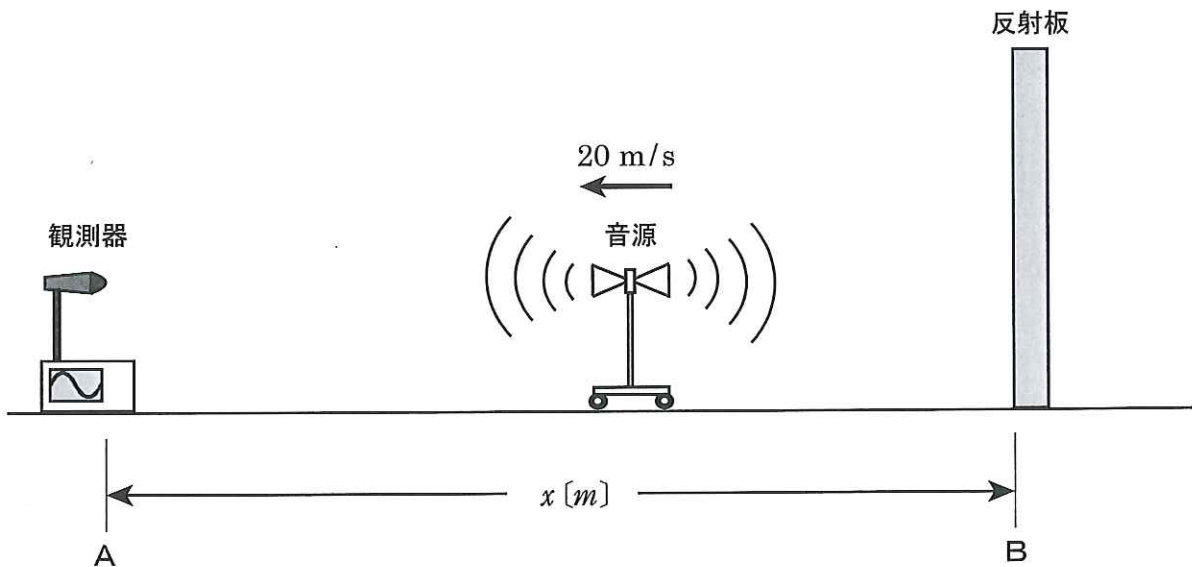
 .

8	9
---	---

 $\times 10^3$ [m] で、観測されたうなりは1秒間に

10	11
----	----

 回である。



2

問 1 図 1 のように焦点距離 f_1 の凸レンズ L_1 があり, L_1 から前方 a 離れた位置に物体 **A** をおく。そして, L_1 から後方 f_1 離れた位置 F_1 に眼をおき, 眼から 25 cm 離れた位置に物体の像 **B** をつくる。ここで, L_1 と像の間の距離を b としたとき, 倍率 m は $m = \frac{b}{a}$ である。いま L_1 の倍率が $m = 10$ であった。 L_1 と物体の間の距離は $a = \frac{\boxed{12}}{\boxed{13}}$ cm, L_1 の焦点距離は $f_1 = \frac{\boxed{14}}{\boxed{15}}$ cm である。

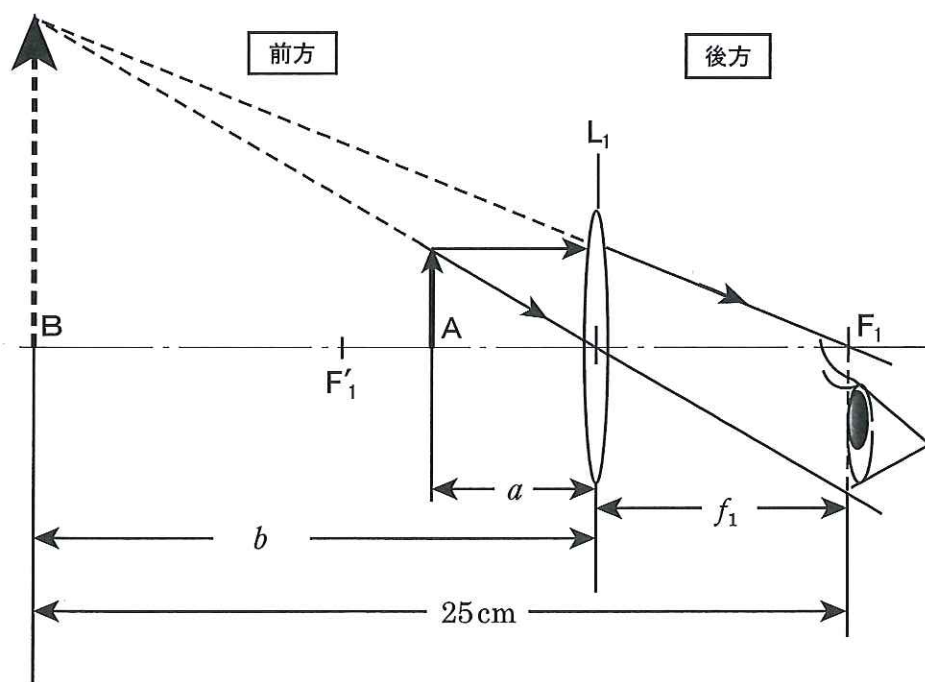


図 1

問 2 眼のしくみを単純化すると、眼球光学系は、1つの凸レンズとスクリーンの働きをする網膜で表される。この関係は図 2 のように、物体 A から出た光が凸レンズ L_1 を通過した後、眼の凸レンズ L_2 に入り、スクリーンとしての網膜上に実像 M をつくる。ここで、 L_2 は位置 F_1 にあり、 F_2 は L_2 の焦点である。

L_2 の焦点距離を $f_2 = 2.0 \text{ cm}$ としたとき、網膜の位置 (L_2 からの距離 c) は $c = \boxed{16} \cdot \boxed{17} \text{ cm}$ となる。また網膜上にできる実像 M の大きさは、物体 A の大きさの n 倍となる。 $n = \boxed{18} \cdot \boxed{19}$

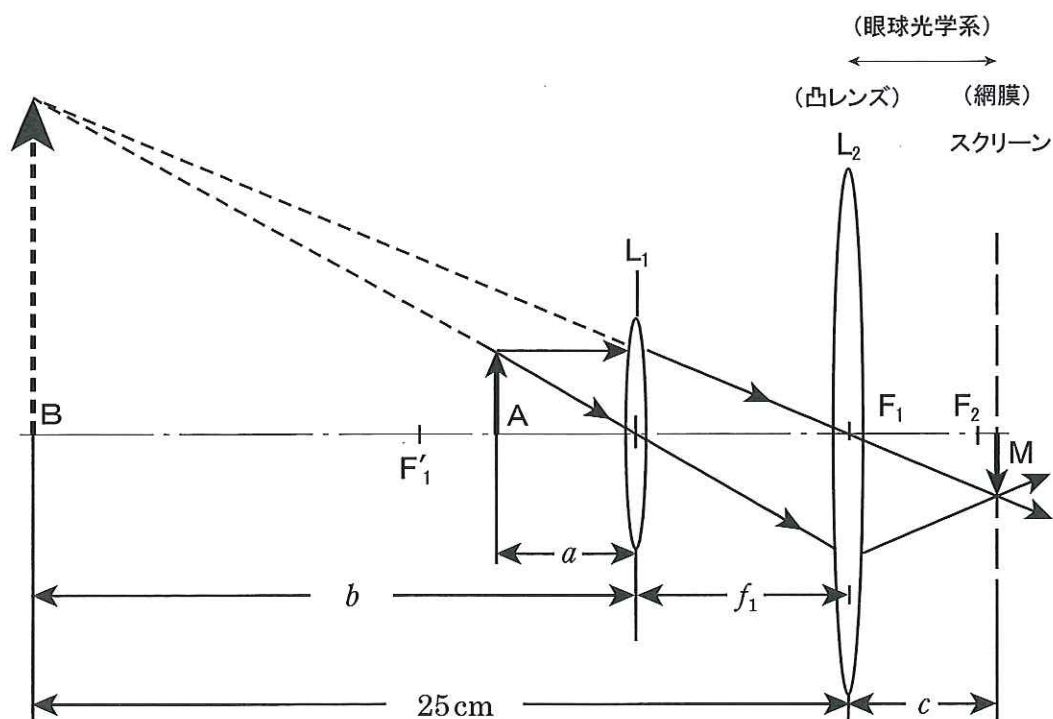
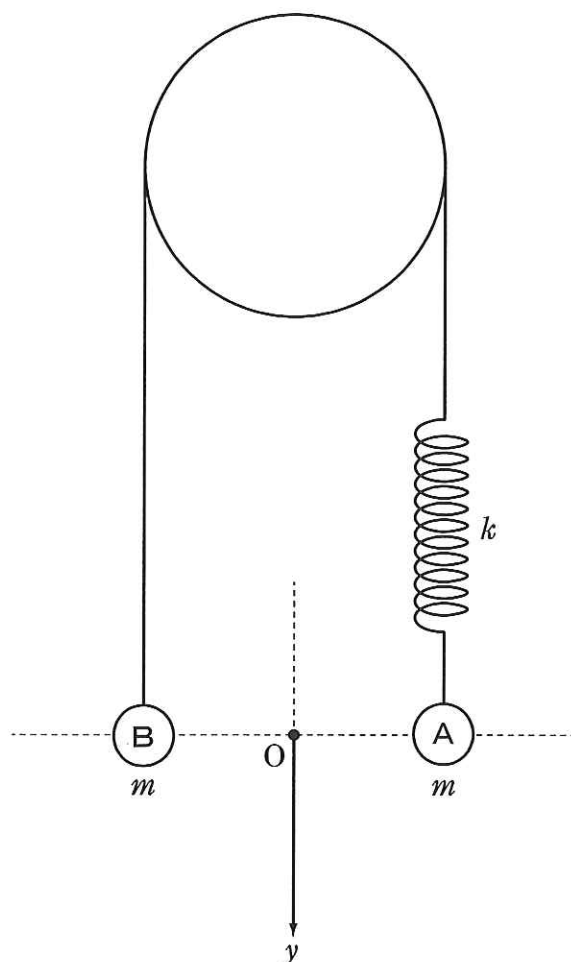


図 2

- 3 自然長 L ，ばね定数 k のばねの下端に質量 m の小球 **A** を付け，ばねの上端はひもを介し，質量 m の小球 **B** を取り付けた。ここで図のように，水平に固定した円柱にひもをかけたところ，**A** と **B** は同じ高さでつり合い，静止した。 y 軸を鉛直下向きにとり，静止したときの小球 **A**，**B** の y 座標を 0 とする。ひもと円柱の間の摩擦力は無視でき，ひもは伸ることはなく，ひもとばねの質量は無視できる。重力加速度の大きさは g とする。



問 1 このときのばねの長さは 20 である。

< 20 の解答群 >

- | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| ① $L + \frac{mg}{2k}$ | ② $L + \frac{mg}{k}$ | ③ $L + \frac{2mg}{k}$ |
| ④ $L + \frac{k}{2mg}$ | ⑤ $L + \frac{k}{mg}$ | ⑥ $L + \frac{2k}{mg}$ |

次に、AとBを $y=0$ の位置から鉛直下方に距離 s だけずらし、同時に静かに放したところ、ひもはたるむことなく、2つの小球は単振動をした。小球を放した時刻を $t=0$ として、時刻 t におけるAとBの y 座標をそれぞれ y_A , y_B , 加速度の大きさをそれぞれ a_A , a_B , ひもの張力の大きさを T とする。加速度および力は鉛直下向きを正とする。

問2 Aの運動方程式は 21 , Bの運動方程式は 22 である。

< 21 の解答群 >

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| ① $ma_A = mg - k(s + y_A + y_B)$ | ② $ma_A = mg - k(y_A + y_B)$ |
| ③ $ma_A = mg + k(s + y_A + y_B)$ | ④ $ma_A = mg + k(y_A + y_B)$ |
| ⑤ $ma_A = -k(s + y_A + y_B)$ | ⑥ $ma_A = -k(y_A + y_B)$ |
| ⑦ $ma_A = k(s + y_A + y_B)$ | ⑧ $ma_A = k(y_A + y_B)$ |

< 22 の解答群 >

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| ① $ma_B = mg - T - k(s + y_A + y_B)$ | ② $ma_B = mg - T - k(y_A + y_B)$ |
| ③ $ma_B = mg - T - k(2s + y_A + y_B)$ | ④ $ma_B = T - k(y_A + y_B)$ |
| ⑤ $ma_B = mg - T$ | ⑥ $ma_B = T + k(y_A + y_B)$ |
| ⑦ $ma_B = mg + T$ | |

問3 時刻 t におけるばねの長さは 23 である。

< 23 の解答群 >

- | | |
|--|--|
| ① $L + \frac{mg}{k} + s \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$ | ② $L + \frac{k}{mg} + s \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$ |
| ③ $L + \frac{mg}{k} + 2s \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$ | ④ $L + \frac{k}{mg} + 2s \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$ |
| ⑤ $L + \frac{mg}{k} + s \cos \sqrt{\frac{2k}{m}} t$ | ⑥ $L + \frac{k}{mg} + s \cos \sqrt{\frac{2k}{m}} t$ |
| ⑦ $L + \frac{mg}{k} + 2s \cos \sqrt{\frac{2k}{m}} t$ | ⑧ $L + \frac{k}{mg} + 2s \cos \sqrt{\frac{2k}{m}} t$ |

問4 一方、 s の値が 24 をこえると、ひもにたるみが生じる。

< 24 の解答群 >

- | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| ① $\frac{mg}{4k}$ | ② $\frac{mg}{2k}$ | ③ $\frac{mg}{k}$ | ④ $\frac{2mg}{k}$ |
| ⑤ $\frac{k}{4mg}$ | ⑥ $\frac{k}{2mg}$ | ⑦ $\frac{k}{mg}$ | ⑧ $\frac{2k}{mg}$ |

4 2枚の金属板A, A'を, わずかな間隔 d 離して平行に向かい合わせた電気容量 C のコンデンサーAA'がある。BB'は電気容量 $\frac{C}{3}$ のコンデンサーで, 極板B'は接地されていてB'の電位は0である。図のようにA'は起電力 E ($E > 0$)の電池の正極に接続され, 電池の負極は接地されている。AはスイッチSにより(イ)接地する, (ロ)他から絶縁する, (ハ)Bと接続する, ことができる。最初AA'およびBB'のコンデンサーの電荷は0である。

問1 はじめ, スイッチSを(イ)の状態にし, 十分時間が経過した。その後(ロ)の状態にした。このとき極板Aの電荷は 25 となる。

< 25 の解答群 >

- ① $-2CE$ ② $-CE$ ③ $-\frac{CE}{2}$ ④ $-\frac{CE}{3}$ ⑤ 0
 ⑥ $+\frac{CE}{3}$ ⑦ $+\frac{CE}{2}$ ⑧ $+CE$ ⑨ $+2CE$

問2 スイッチSは(ロ)の状態のまま, 極板AをA'と平行を保つようにしてA'との間隔を $2d$ にした。このとき極板間に働く力の大きさは 26 となる。

< 26 の解答群 >

- ① $\frac{CE^2}{4}$ ② $\frac{CE^2}{2}$ ③ CE^2 ④ $2CE^2$
 ⑤ $\frac{CE^2}{4d}$ ⑥ $\frac{CE^2}{2d}$ ⑦ $\frac{CE^2}{d}$ ⑧ $\frac{2CE^2}{d}$

問3 AA'の極板の間隔が $2d$ になったときの極板Aの電位は 27 となる。

< 27 の解答群 >

- ① $-2E$ ② $-\frac{3E}{2}$ ③ $-E$ ④ $-\frac{E}{2}$ ⑤ 0
 ⑥ $+\frac{E}{2}$ ⑦ $+E$ ⑧ $+\frac{3E}{2}$ ⑨ $+2E$

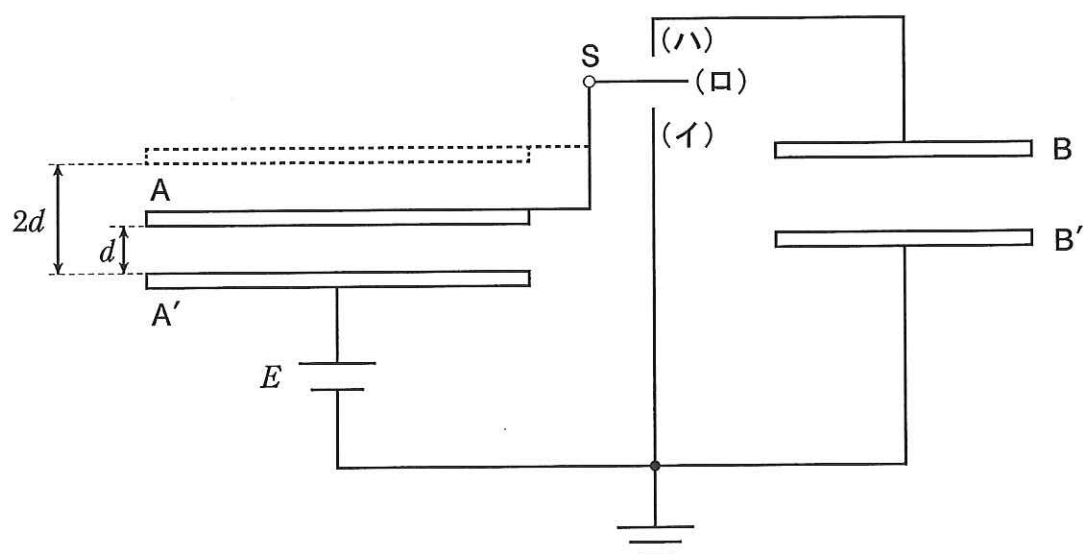
問4 AA'の極板の間隔を $2d$ に保ったまま、Sを(ハ)の状態にし、十分時間が経過した。極板Aの電位は 28 となり、Aの電荷は 29 となる。

< 28 の解答群 >

- ① $-\frac{8E}{5}$ ② $-\frac{6E}{5}$ ③ $-E$ ④ $-\frac{3E}{5}$ ⑤ 0
 ⑥ $+\frac{3E}{5}$ ⑦ $+E$ ⑧ $+\frac{6E}{5}$ ⑨ $+\frac{8E}{5}$

< 29 の解答群 >

- ① $-\frac{8CE}{5}$ ② $-\frac{6CE}{5}$ ③ $-\frac{4CE}{5}$ ④ $-\frac{2CE}{5}$ ⑤ 0
 ⑥ $+\frac{2CE}{5}$ ⑦ $+\frac{4CE}{5}$ ⑧ $+\frac{6CE}{5}$ ⑨ $+\frac{8CE}{5}$



5 図のようなピストンが付いた断面積が $S [\text{m}^2]$ の断熱板で区切られた長さ $L [\text{m}]$ の円筒容器がある。その左側部分を **A**、右側部分を **B** とする。また、**A** の内部には抵抗値 10Ω の加熱用のヒーターが付いている。はじめ **A**、**B** それぞれに、圧力 $P_0 [\text{Pa}]$ 、温度 $T_0 [\text{K}]$ の単原子分子の理想気体を封入した。このとき、断熱板は容器の中央にあり、断熱板と円筒容器の間には摩擦が無く、断熱板の厚さは無視できる。また、容器およびピストン、断熱板の熱容量も無視できる。気体定数を $R [\text{J/mol} \cdot \text{K}]$ とする。

問 1 **A**、**B** の気体の温度を一定の温度 $T_0 [\text{K}]$ に保ったまま、ピストンに力を加え右に移動させ、**A** の気体の体積が 10% 増加したときに、ピストンを静止させた。このときピストンにかかっている力 $F_0 [\text{N}]$ を求めなさい。

$$F_0 = \left(\frac{\boxed{30} \boxed{31}}{\boxed{32} \boxed{33}} \right) P_0 S [\text{N}]$$

問 2 断熱板の位置が動かないように力 $F [\text{N}]$ を調節しながら **A** の内部にあるヒーターに一定の直流電圧を加え、**A** の気体をゆっくりと加熱した。ある温度 $T_A [\text{K}]$ で力 $F [\text{N}]$ を取り去っても断熱板は問 1 の静止した位置から動かなかった。ここでは気体と外部の間に熱の出入りはないとする。**A** の気体の温度 $T_A [\text{K}]$ を求めなさい。

$$T_A = \left(\frac{\boxed{34} \boxed{35}}{\boxed{36}} \right) T_0 [\text{K}]$$

問 3 問 2 でヒーターに加えた電圧が 5V のとき、**A** の気体を加熱した時間 $t [\text{s}]$ を求めなさい。

$$t = \left(\frac{\boxed{37}}{\boxed{38} \boxed{39}} \right) P_0 S L [\text{s}]$$

