

医学部医学科理科入試問題

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 生物、物理、化学の3科目から2科目を選択し、解答してください。
2. 解答用紙は、生物1枚(マークシート)、物理1枚(マークシート)、化学1枚(マークシート)となります。
3. 選択しない科目の解答用マークシートには、右上から左下にかけ斜線を引いてください。どの2科目を選択したか、不明確な場合はすべて無効となります。また、選択しない科目の解答用マークシートにも受験番号と氏名を書いてください。

受験番号 0001 氏名 東邦太郎

4. 「止め」の合図があったら、上から生物、物理、化学の順に解答用マークシートを重ねて置き、その右側に問題冊子を置いてください。

(受験番号のマークの仕方)

◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子、全ての解答用マークシートに、それぞれ受験番号(4桁)ならびに氏名を記入し、解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずHBの鉛筆を使用し、濃く正しくマークしてください。

記入マーク例：良い例 ●

悪い例

3. マークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してください。
4. 所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり、汚したりしないでください。

受 驗 番 号			
千	百	十	一
0	0	1	2

受 験 番 号			
千	百	十	一
●	●	0	0
1	1	●	1
2	2	2	●
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9

受験番号

--

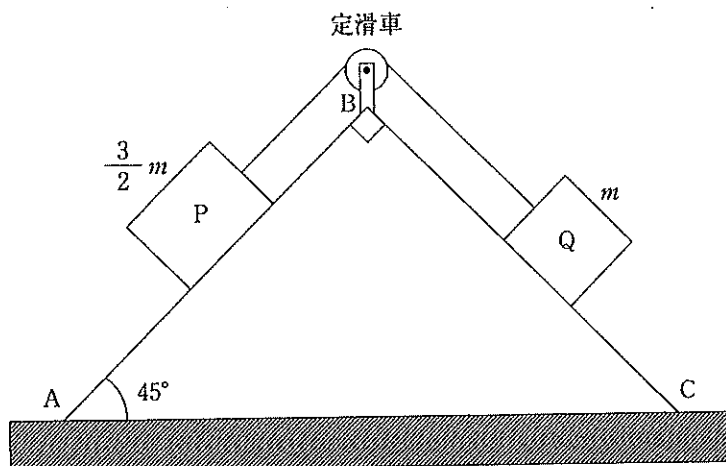
氏 名

- ・ 生物の問題は, 1 ページから 19 ページまでです。
- ・ 物理の問題は, 20 ページから 30 ページまでです。
- ・ 化学の問題は, 31 ページから 42 ページまでです。

物 理

1 次の文章を読み、問1から問4に答えよ。

図のように、2つの粗い斜面 AB, BC が直角をなす三角柱の台が、水平面に固定されている。斜面 AB は水平面から 45° 傾いている。ここで、質量 $\frac{3}{2}m$ の小物体 P と質量 m の小物体 Q をひもでつなぎ、ひもを点 B に取り付けられた定滑車にかけた。小物体 P は斜面 AB に、小物体 Q は斜面 BC に、それぞれ常に接しており、2つの斜面は十分に長いものとする。小物体 P と斜面 AB の間、および小物体 Q と斜面 BC の間には摩擦があり、どちらも動摩擦係数を μ とする。なお、ひもは伸び縮みせず、ひものたるみは生じない。ひもの質量は無視でき、ひもと滑車の間に摩擦はない。重力加速度の大きさを g とする。



問1 最初、小物体 Q を手で止めておき、その後、静かに手をはなしたところ、小物体 P, Q はともに動き出した。小物体 Q の加速度の大きさはいくらか。

- | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| a. $\frac{g}{3\sqrt{2}}(2-3\mu)$ | b. $\frac{g}{3\sqrt{2}}(1-3\mu)$ | c. $\frac{g}{4\sqrt{2}}(3-2\mu)$ |
| d. $\frac{g}{4\sqrt{2}}(1-2\mu)$ | e. $\frac{g}{5\sqrt{2}}(2-5\mu)$ | f. $\frac{g}{5\sqrt{2}}(1-5\mu)$ |

問2 問1の状態において、小物体 P と Q が斜面をすべり、それぞれ斜面に沿って距離 L だけ移動した。このとき、小物体 P と Q の運動エネルギーの総和 K はいくらか。

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| a. $\frac{mgL}{\sqrt{2}}(2-3\mu)$ | b. $\frac{mgL}{\sqrt{2}}(1-3\mu)$ | c. $\frac{mgL}{2\sqrt{2}}(2-5\mu)$ |
| d. $\frac{mgL}{2\sqrt{2}}(1-5\mu)$ | e. $\frac{mgL}{6\sqrt{2}}(3-2\mu)$ | f. $\frac{mgL}{6\sqrt{2}}(1-2\mu)$ |

問 3 問 2 の状態において、小物体 P と Q の位置エネルギーの総和 U はいくらか。ただし、問 1 で静止していた状態の位置エネルギーを基準とする。

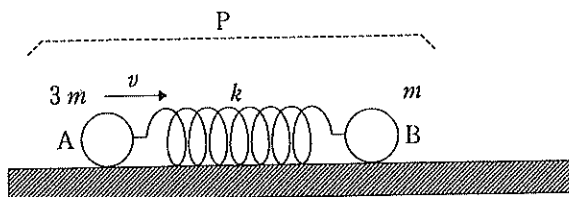
- a. $\frac{mgL}{\sqrt{2}}$ b. $\frac{mgL}{2\sqrt{2}}$ c. $\frac{mgL}{6\sqrt{2}}$ d. $\sqrt{2} mgL$ e. $\frac{\sqrt{2}}{3} mgL$
 f. $-\frac{mgL}{\sqrt{2}}$ g. $-\frac{mgL}{2\sqrt{2}}$ h. $-\frac{mgL}{6\sqrt{2}}$ i. $-\sqrt{2} mgL$ j. $-\frac{\sqrt{2}}{3} mgL$

問 4 問 2 の状態になったとき、それまでに摩擦力がした仕事を問 2 の K と問 3 の U を用いて表せ。

- a. $-\frac{K}{2}$ b. K c. $-K$ d. $-\frac{U}{2}$
 e. U f. $-U$ g. $K+U$ h. $K-U$
 i. $-(K+U)$ j. $-(K-U)$

2 次の文章を読み、問1から問3に答えよ。

図のように、質量 $3m$ の小球 A と質量 m の小球 B を、ばね定数 k のばねでつないで、なめらかな水平面上に静かに置いた。このばねでつながれた小球 A と B をまとめて物体 P とよぶ。ある瞬間に小球 A だけに右向きに速さ v を与えたところ、物体 P は右向きに進んだ。このとき、物体 P の重心から見ると、小球 A、B はともに単振動をしていた。なお、小球 A、B とばねは、すべて同じ直線上を運動し、物体 P と水平面の間に摩擦はなく、ばねの質量は無視できるものとする。



問1 物体 P の重心の速さはいくらか。

- a. $\frac{v}{3}$ b. $\frac{2}{3}v$ c. $\frac{v}{4}$ d. $\frac{3}{4}v$ e. $\frac{2}{5}v$ f. $\frac{3}{5}v$

問2 物体 P の重心からみたとき、小球 A の単振動の周期はいくらか。

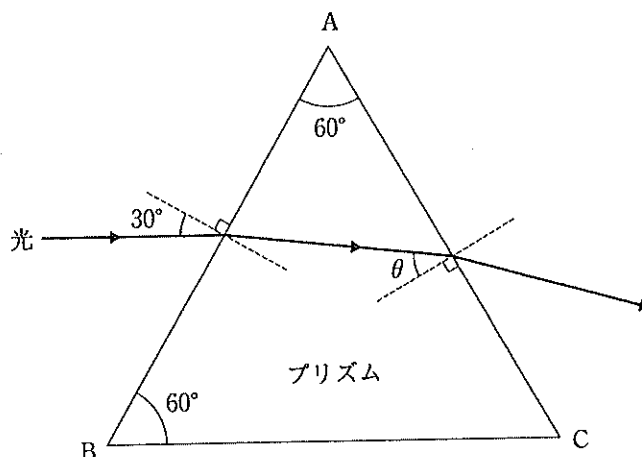
- a. $\pi\sqrt{\frac{5m}{k}}$ b. $\pi\sqrt{\frac{3m}{k}}$ c. $\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$ d. $\pi\sqrt{\frac{3m}{5k}}$
 e. $2\pi\sqrt{\frac{5m}{k}}$ f. $2\pi\sqrt{\frac{3m}{k}}$ g. $2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$ h. $2\pi\sqrt{\frac{3m}{5k}}$

問3 物体 P の重心からみたとき、小球 B の単振動の振幅はいくらか。

- a. $\frac{3\pi}{4}\sqrt{\frac{5m}{k}}v$ b. $\frac{3\pi}{4}\sqrt{\frac{3m}{k}}v$ c. $\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{5m}{3k}}v$ d. $\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{m}{3k}}v$
 e. $\frac{1}{4}\sqrt{\frac{5m}{k}}v$ f. $\frac{1}{4}\sqrt{\frac{5m}{3k}}v$ g. $\frac{3}{8}\sqrt{\frac{3m}{k}}v$ h. $\frac{3}{8}\sqrt{\frac{5m}{k}}v$

3 次の文章を読み、問1と問2に答えよ。

空気中に、正三角形の断面を持つ三角柱の形をしたプリズムが置かれている。図のように、単色光がプリズムの面 AB に角度 30° で入射し、ある角度でプリズム内に入射した。そして、光はプリズム内で面 AC に角度 θ で入射し、空气中へ出た。空気の屈折率を 1、プリズムの屈折率を n とする。なお、光は正三角形のプリズム断面に平行に入射する。



問1 $n = \frac{3}{2}$ の場合、角度 θ について成り立つ式はどれか。

a. $\sin \theta = \frac{2\sqrt{3}-1}{4}$

b. $\sin \theta = \frac{3\sqrt{3}-2}{5}$

c. $\sin \theta = \frac{2\sqrt{6}-1}{6}$

d. $\sin \theta = \frac{5-2\sqrt{3}}{4}$

e. $\sin \theta = \frac{3\sqrt{3}-2}{4}$

f. $\sin \theta = \frac{\sqrt{6}-1}{3}$

問2 もし、面 AC に角度 θ で入射した光がプリズムから空气中へ出てこないとすると、屈折率 n はどの範囲にあると言えるか。

a. $n < \sqrt{\frac{3}{2}}$

b. $n < \sqrt{\frac{5}{2}}$

c. $n < \sqrt{\frac{7}{2}}$

d. $n < \sqrt{\frac{5}{3}}$

e. $n < \sqrt{\frac{7}{3}}$

f. $n > \sqrt{\frac{3}{2}}$

g. $n > \sqrt{\frac{5}{2}}$

h. $n > \sqrt{\frac{7}{2}}$

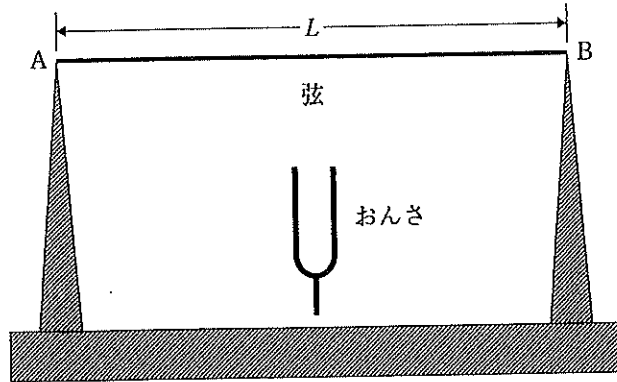
i. $n > \sqrt{\frac{5}{3}}$

j. $n > \sqrt{\frac{7}{3}}$

4

次の文章を読み、問1から問3に答えよ。

図のように、点A、Bの間に弦を張って振動させる。弦の長さ L は、点A、B間の距離を変えることで調整できる。ただし、弦を引く力は、弦の長さによらず一定とする。点A、Bを固定端とする弦の基本振動を起こさせ、同時に弦の近くでおんさを鳴らして、うなりを調べた。 $L=l_1$ のとき、毎秒 n 回のうなりが聞こえた。次に、弦を短くすると、うなりが消えた。そして、弦をさらに短くして $L=l_2$ とすると、再び毎秒 n 回のうなりが聞こえた。



問1 おんさの振動数はいくらか。

a. $n \frac{l_1}{l_1 + l_2}$

b. $n \frac{l_2}{l_1 + l_2}$

c. $\frac{n}{2} \frac{l_1 + l_2}{l_1}$

d. $\frac{n}{2} \frac{l_1 + l_2}{l_2}$

e. $\frac{n}{2} \frac{l_1 + l_2}{l_1 - l_2}$

f. $\frac{n}{2} \frac{l_1 - l_2}{l_1 + l_2}$

g. $n \frac{l_1 - l_2}{l_1 + l_2}$

h. $n \frac{l_1 + l_2}{l_1 - l_2}$

問2 弦を伝わる波の速さはいくらか。

a. $\frac{n}{4} (l_1 + l_2)$

b. $\frac{n}{2} (l_1 + l_2)$

c. $\frac{n}{2} \frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

d. $\frac{n}{2} \frac{l_1 l_2}{l_1 - l_2}$

e. $n \frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

f. $n \frac{l_1 l_2}{l_1 - l_2}$

g. $4n \frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

h. $4n \frac{l_1 l_2}{l_1 - l_2}$

問3 うなりが消えたときの弦の長さはいくらか。

a. $\frac{l_1 + l_2}{4}$

b. $\frac{l_1 + l_2}{2}$

c. $\frac{l_1 l_2}{2(l_1 + l_2)}$

d. $\frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

e. $\frac{2 l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

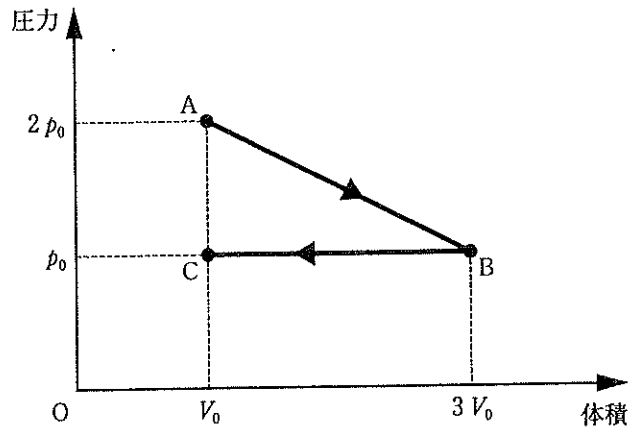
f. $\frac{4 l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

g. $\frac{2 l_1 l_2}{l_1 - l_2}$

h. $\frac{4 l_1 l_2}{l_1 - l_2}$

5 次の文章を読み、問1から問5に答えよ。

なめらかに動くピストンのついた容器に、1 mol の単原子分子理想気体を閉じ込め、図のように、気体の状態を $A \rightarrow B \rightarrow C$ の順でゆっくり変化させた。ここで、2つの状態変化 $A \rightarrow B$ と $B \rightarrow C$ の経路は、図中でそれぞれ直線である。状態 A では圧力が $2p_0$ [Pa] で体積が V_0 [m³]、状態 B では圧力が p_0 [Pa] で体積が $3V_0$ [m³]、状態 C では圧力が p_0 [Pa] で体積が V_0 [m³] であるとする。



問1 状態変化 $A \rightarrow B \rightarrow C$ の過程で、気体が外部にした仕事の総和はいくらか。

- a. $\frac{1}{2} p_0 V_0$ b. $\frac{2}{3} p_0 V_0$ c. $p_0 V_0$ d. $\frac{3}{2} p_0 V_0$
e. $2 p_0 V_0$ f. $3 p_0 V_0$ g. $6 p_0 V_0$

問2 状態変化 $A \rightarrow B$ の過程で、気体の温度が最も高くなるときの体積はいくらか。

- a. $\frac{4}{3} V_0$ b. $\frac{3}{2} V_0$ c. $\frac{5}{3} V_0$ d. $2 V_0$ e. $\frac{5}{2} V_0$ f. $\frac{8}{3} V_0$

問3 状態変化 $A \rightarrow B \rightarrow C$ の過程で、気体の内部エネルギーの最大値は、状態 A における内部エネルギーの何倍になるか。

- a. $\frac{15}{14}$ b. $\frac{6}{5}$ c. $\frac{14}{11}$ d. $\frac{25}{16}$ e. $\frac{25}{12}$ f. $\frac{32}{15}$ g. $\frac{15}{4}$

問4 状態変化 $A \rightarrow B \rightarrow C$ の過程で、気体が外部へ放出した熱量はいくらか。

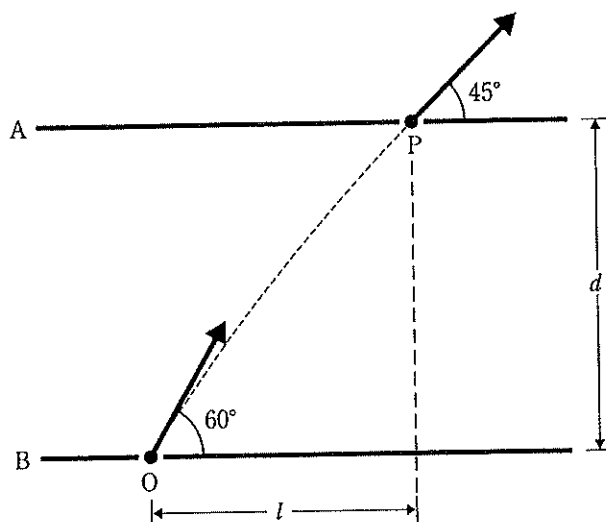
- a. $-\frac{1}{2} p_0 V_0$ b. $-p_0 V_0$ c. $-\frac{3}{2} p_0 V_0$ d. $-2 p_0 V_0$ e. $-\frac{5}{2} p_0 V_0$
f. $\frac{1}{2} p_0 V_0$ g. $p_0 V_0$ h. $\frac{3}{2} p_0 V_0$ i. $2 p_0 V_0$ j. $\frac{5}{2} p_0 V_0$

問 5 状態変化 $A \rightarrow B$ の途中で、体積が $2V_0$ になったとき、それまでの過程で気体の吸収した熱量はいくらか。

- a. $\frac{3}{2}p_0V_0$ b. $2p_0V_0$ c. $\frac{9}{4}p_0V_0$ d. $\frac{8}{3}p_0V_0$ e. $\frac{11}{4}p_0V_0$
f. $3p_0V_0$ g. $\frac{13}{4}p_0V_0$ h. $\frac{10}{3}p_0V_0$ i. $\frac{7}{2}p_0V_0$ j. $\frac{9}{2}p_0V_0$

6 次の文章を読み、問1から問3に答えよ。

図のように、真空中に極板AとBを間隔 d [m]で水平に配置する。極板には点O、Pにそれぞれ小さな穴が空いており、その2点は水平距離で l [m]だけ離れている。極板A、B間には一定の電圧が加えられている。ただし、穴はいずれも小さく、極板A、B間の電場は一様であるとする。ここで、図のように、正の電荷をもつ粒子が点Oの穴から極板Bと角 60° をなして入射した。その後、粒子は、点Pの穴から極板Aと角 45° をなして出て行った。ただし、粒子の電荷を q [C] ($q > 0$)、質量を m [kg]とし、重力は無視する。なお、極板Bに入射する粒子は運動エネルギー qV_0 [J]で点Oの穴から入射したもとする。



問1 極板Aの電位はいくらか。ただし、極板Bを電位の基準とする。

- a. $\frac{V_0}{3}$ b. $\frac{V_0}{2}$ c. $\frac{V_0}{\sqrt{2}}$ d. $\frac{V_0}{\sqrt{3}}$ e. $\frac{2}{\sqrt{6}} V_0$
 f. $-\frac{V_0}{3}$ g. $-\frac{V_0}{2}$ h. $-\frac{V_0}{\sqrt{2}}$ i. $-\frac{V_0}{\sqrt{3}}$ j. $-\frac{2}{\sqrt{6}} V_0$

問2 粒子が点Oから点Pまで進むのに要した時間はいくらか。

- a. $d \sqrt{\frac{3m}{qV_0}}$ b. $d \sqrt{\frac{3m}{2qV_0}}$ c. $d \sqrt{\frac{2m}{3qV_0}}$
 d. $(\sqrt{2} - 1) d \sqrt{\frac{m}{qV_0}}$ e. $(\sqrt{2} - 1) d \sqrt{\frac{m}{2qV_0}}$ f. $(\sqrt{2} - 1) d \sqrt{\frac{2m}{qV_0}}$
 g. $(\sqrt{3} - 1) d \sqrt{\frac{m}{qV_0}}$ h. $(\sqrt{3} - 1) d \sqrt{\frac{m}{2qV_0}}$ i. $(\sqrt{3} - 1) d \sqrt{\frac{2m}{qV_0}}$

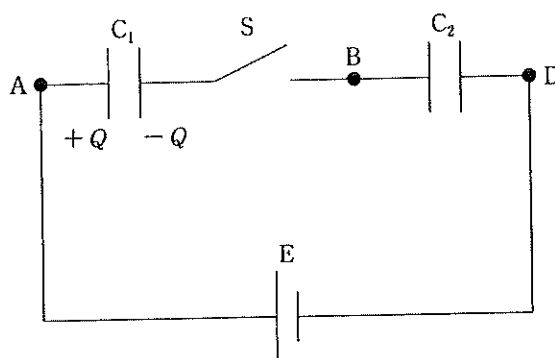
問 3 点 O と点 P の間の水平距離 l はいくらか。

- a. $\sqrt{3} d$ b. $\sqrt{2} d$ c. $\frac{\sqrt{3}}{2} d$ d. $\frac{d}{\sqrt{2}}$ e. $\frac{d}{\sqrt{3}}$
f. $\frac{\sqrt{3}-1}{2} d$ g. $\frac{\sqrt{2}-1}{2} d$ h. $(\sqrt{3}-1) d$ i. $(\sqrt{2}-1) d$

7 次の文章を読み、問1から問3に答えよ。

図のように、2個の平行板コンデンサー C_1 、 C_2 、起電力 10 V の電池 E 、スイッチ S をつないだ回路がある。コンデンサー C_1 、 C_2 の電気容量は、それぞれ $2\text{ }\mu\text{F}$ 、 $3\text{ }\mu\text{F}$ とする。

最初、スイッチ S が開いた状態にあり、コンデンサー C_1 の点 A 側の極板には正電荷 $+Q[\text{C}]$ 、スイッチ S 側の極板には負電荷 $-Q[\text{C}]$ が蓄えられている。ここで、 $Q = 40\text{ }\mu\text{C}$ とする。コンデンサー C_2 には、はじめ電荷は蓄えられていなかった。その後、スイッチ S を閉じて、十分な時間が経過した。ここまでは、それぞれのコンデンサーにおける極板間は真空とする。なお、電池の内部抵抗は無視できる。



問1 スイッチ S を閉じてから、点 B を通った電荷の量と移動した向きとして正しいものを一つ選べ。

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| a. $-12\text{ }\mu\text{C}$ が右向きに移動 | b. $-28\text{ }\mu\text{C}$ が右向きに移動 | c. $-52\text{ }\mu\text{C}$ が右向きに移動 |
| d. $-12\text{ }\mu\text{C}$ が左向きに移動 | e. $-28\text{ }\mu\text{C}$ が左向きに移動 | f. $-52\text{ }\mu\text{C}$ が左向きに移動 |

問2 点 B の電位はいくらか。ただし、点 D を電位の基準とする。

- | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| a. -12 V | b. -10 V | c. -7 V | d. -4 V |
| e. 12 V | f. 10 V | g. 7 V | h. 4 V |

問3 上記の状態に続いて、コンデンサー C_1 の極板間だけにある誘電体で隙間なく満たしたところ、コンデンサー C_2 の点 B 側の極板に蓄えられた電荷が $+6\text{ }\mu\text{C}$ になった。この誘電体の比誘電率はいくらか。

- | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------|
| a. 2 | b. $\frac{5}{2}$ | c. $\frac{9}{4}$ | d. $\frac{23}{8}$ | e. 3 |
| f. $\frac{13}{4}$ | g. $\frac{27}{8}$ | h. $\frac{9}{2}$ | i. 5 | |

8

次の文章を読み、問1から問3に答えよ。

水素原子についてのボーアの理論では、原子核のまわりを1個の電子が静電気力を受けて等速円運動をすると仮定する。ここでは、そのボーアの理論における量子条件をもとに、水素原子中の電子の定常状態を考える。ただし、原子核の電気量を e [C]、電子の電気量を $-e$ [C]、電子の質量を m [kg]、真空中のクーロンの法則の比例定数を k [N・m²/C²]、プランク定数を h [J・s]、光の速さを c [m/s] とする。

問1 量子数が n の定常状態における電子の軌道半径はいくらか。

$$\begin{array}{llll} \text{a. } \frac{h^2}{4\pi^2 e^2 m k} n^2 & \text{b. } \frac{h^2}{\pi e^2 m k} n^2 & \text{c. } \frac{h^2}{4\pi e^2 m k} n & \text{d. } \frac{h^2}{\pi^2 e^2 m k} n \\ \text{e. } \frac{h^2}{4\pi^2 e^2 m k} \cdot \frac{1}{n} & \text{f. } \frac{h^2}{\pi e^2 m k} \cdot \frac{1}{n} & \text{g. } \frac{h^2}{4\pi e^2 m k} \cdot \frac{1}{n^2} & \text{h. } \frac{h^2}{\pi^2 e^2 m k} \cdot \frac{1}{n^2} \end{array}$$

問2 量子数が n の電子のエネルギー準位はいくらか。ただし、静電気力による電子の位置エネルギーは、原子核から無限遠点を基準とする。

$$\begin{array}{ll} \text{a. } \frac{4\pi^2 k^2 m e^4}{h^2} n^2 & \text{b. } \frac{2\pi^2 k^2 m e^4}{h^2} n^2 \\ \text{c. } \frac{4\pi^2 k^2 m e^4}{h^2} n & \text{d. } \frac{2\pi^2 k^2 m e^4}{h^2} n \\ \text{e. } -\frac{4\pi k^2 m e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2} & \text{f. } -\frac{2\pi^2 k^2 m e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \\ \text{g. } -\frac{4\pi k^2 m e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n} & \text{h. } -\frac{2\pi^2 k^2 m e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n} \end{array}$$

問3 電子が量子数 $n = 4$ の定常状態から、それよりエネルギーの低い定常状態へ移るとき、放出する光の波長のうちで最も短いものはいくらか。

$$\begin{array}{lll} \text{a. } \frac{h^3 c}{\pi^2 k^2 m e^4} & \text{b. } \frac{h^3 c}{2\pi^2 k^2 m e^4} & \text{c. } \frac{5h^3 c}{2\pi^2 k^2 m e^4} \\ \text{d. } \frac{h^3 c}{3\pi^2 k^2 m e^4} & \text{e. } \frac{4h^3 c}{3\pi^2 k^2 m e^4} & \text{f. } \frac{8h^3 c}{3\pi^2 k^2 m e^4} \\ \text{g. } \frac{4h^3 c}{15\pi^2 k^2 m e^4} & \text{h. } \frac{8h^3 c}{15\pi^2 k^2 m e^4} & \text{i. } \frac{16h^3 c}{15\pi^2 k^2 m e^4} \end{array}$$