

物 理・化 学

問 題

2017年度

〈H29110017〉

注 意 事 項

1. この問題冊子には、物理および化学の問題が印刷されています。
受験票に記載されている理科学解答パターンの問題のみを解答してください。

解答 パターン	物 理	化 学	生 物 (別冊配付)
A	○	○	×
B	○	×	○
C	×	○	○

2. この試験では、解答パターンがAの受験生には、この問題冊子、記述解答用紙およびマーク解答用紙を配付します。解答パターンがBおよびCの受験生には、これらに加え「生物」の問題冊子および記述解答用紙（生物その1、生物その2）を配付します。
3. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないでください。
4. 物理の問題は2～9ページ、化学の問題は12～19ページに記載されています。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせてください。
5. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入してください。
6. マーク解答用紙記入上の注意
- (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入してください。
 - (2) マーク欄にははっきりとマークしてください。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消してください。

マークする時		良い		悪い		悪い
マークを消す時		良い		悪い		悪い

7. 記述解答用紙記入上の注意
- (1) 記述解答用紙の所定欄（2カ所）に、氏名および受験番号を正確に丁寧に記入してください。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を書かないでください。
 - (3) 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入してください。

数 字 見 本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- (4) 受験番号は右詰めで記入し、余白が生じる場合でも受験番号の前に「0」を記入しないでください。

	万	千	百	十	一
(例) 3825番⇒		3	8	2	5

8. 解答はすべて所定の解答欄に記入してください。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合があります。
9. 下書きは問題冊子の余白を使用してください。
10. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにしてください。
11. 問題冊子は持ち帰ってください。
12. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出してください。

物理（マーク解答問題）

〔I〕 以下の空欄にあてはまるものを各解答群から選び、マーク解答用紙の該当欄にマークせよ。

問1 図1のように、絶対屈折率がそれぞれ n_1 と n_2 の物質の境界面における光線の屈折において、光線の入射角 α 、屈折角 β の間には (1) の関係が成り立つ。

(1)の解答群

- | | |
|---|---|
| a. $n_1 \sin \alpha = \sin \beta$ | b. $\sin \alpha = n_1 \sin \beta$ |
| c. $n_1 \sin(90^\circ - \alpha) = \sin(90^\circ - \beta)$ | d. $\sin(90^\circ - \alpha) = n_1 \sin(90^\circ - \beta)$ |
| e. $\sin \alpha = n_2 \sin \beta$ | f. $n_2 \sin \alpha = \sin \beta$ |
| g. $\sin(90^\circ - \alpha) = n_2 \sin(90^\circ - \beta)$ | h. $n_2 \sin(90^\circ - \alpha) = \sin(90^\circ - \beta)$ |
| i. $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ | j. $n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$ |
| k. $n_1 \sin(90^\circ - \alpha) = n_2 \sin(90^\circ - \beta)$ | l. $n_2 \sin(90^\circ - \alpha) = n_1 \sin(90^\circ - \beta)$ |

問2 図2のように、絶対屈折率1の空气中に置かれた、絶対屈折率 n の直角プリズムの側面に垂直に入射する光線を考える。プリズムの頂角を θ 、プリズムから出射した光線がプリズムに入射する光線となす角を ϕ とすると、(2) の関係が成り立つ。ここで、プリズムと空気との境界面での光線の屈折における光線の入射角、屈折角はいずれも小さいとすると、これらの角 ϕ に対して $\sin \phi \approx \phi$ と近似できるので、(2)の関係は (3) となる。

(2)の解答群

- | | | |
|--|--|--|
| a. $\sin \theta = n \sin \phi$ | b. $n \sin \theta = \sin \phi$ | c. $\sin \theta = n \sin(\theta + \phi)$ |
| d. $n \sin \theta = \sin(\theta + \phi)$ | e. $\sin \phi = n \sin(\theta + \phi)$ | f. $n \sin \phi = \sin(\theta + \phi)$ |
| g. $\sin \theta = n \sin(\theta - \phi)$ | h. $n \sin \theta = \sin(\theta - \phi)$ | i. $\sin \phi = n \sin(\theta - \phi)$ |
| j. $n \sin \phi = \sin(\theta - \phi)$ | k. $\sin(\theta + \phi) = n \sin(\theta - \phi)$ | l. $n \sin(\theta + \phi) = \sin(\theta - \phi)$ |

(3)の解答群

- | | | |
|--------------------------------|---|---|
| a. $\theta = n\phi$ | b. $n\theta = \phi$ | c. $\theta = n(\theta + \phi)$ |
| d. $n\theta = (\theta + \phi)$ | e. $\phi = n(\theta + \phi)$ | f. $n\phi = (\theta + \phi)$ |
| g. $\theta = n(\theta - \phi)$ | h. $n\theta = (\theta - \phi)$ | i. $\phi = n(\theta - \phi)$ |
| j. $n\phi = (\theta - \phi)$ | k. $(\theta + \phi) = n(\theta - \phi)$ | l. $n(\theta + \phi) = (\theta - \phi)$ |

問3 さらに、プリズムの頂角 θ も小さいとすると $\tan \theta \approx \theta$ と近似できるので、プリズムの高さ h 、底辺の長さ l に対して $\theta \approx \frac{l}{h}$ である。したがって、図2においてプリズムから出射した光線が水平方向となす角 ϕ は

(4)
(5) と表される。

(4), (5)の解答群

- | | | | | | |
|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|---------|
| a. n | b. $n - 1$ | c. $n + 1$ | d. h | e. l | f. nh |
| g. $(n - 1)h$ | h. $(n + 1)h$ | i. nl | j. $(n - 1)l$ | k. $(n + 1)l$ | l. hl |

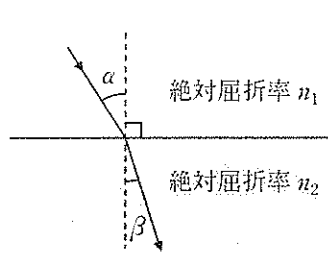


図1

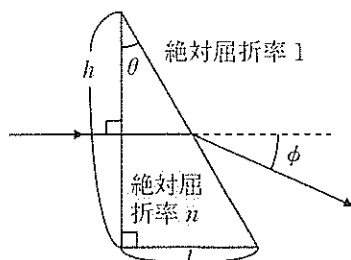


図2

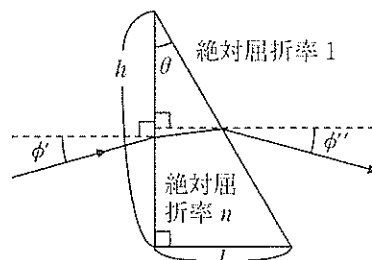


図3

問4 図3のように、問2と同じプリズムの側面に対してこんどは角 ϕ' で光線が入射するとき、問3と同様に考えれば、プリズムから出射した光線が水平方向となす角 ϕ'' は、図2の ϕ を用いて (6) と表される。

(6)の解答群

- a. ϕ b. $-\phi$ c. $\phi + \phi'$ d. $\phi - \phi'$ e. $-\phi + \phi'$ f. $-\phi - \phi'$
g. $\phi + \theta$ h. $\phi - \theta$ i. $-\phi + \theta$ j. $-\phi - \theta$ k. $\phi + \phi' + \theta$ l. $\phi - \phi' - \theta$

問5 図4のように、高さが全て h で底辺の長さが異なる絶対屈折率 n の直角プリズムを、側面が直線 t に沿うように絶対屈折率1の空气中に一列に並べる。ただし、いずれのプリズムの頂角も小さく、問3と同様に近似できるものとする。下から m 番目のプリズムの側面の中央に入射する光線を考える。この光線がプリズムを出射する点を点 P_m 、プリズムから出射した光線が水平方向となす角を ϕ_m とする。また、この光線がプリズム出射後に一番下のプリズムの底面の延長線 s と交わる点を点 A_m 、直線 t から点 A_m までの距離を a_m とする。ここで、プリズムの厚さは a_m に比べて十分小さいとして無視し、図5のように、点 P_m が直線 t 上にあるとみなせば、

a_m は (7) と表される。
(8)

(7), (8)の解答群

- a. ϕ_m b. $n\phi_m$ c. $(n-1)\phi_m$ d. $(n+1)\phi_m$
e. mh f. $\left(m - \frac{1}{2}\right)h$ g. mh^2 h. $\left(m - \frac{1}{2}\right)h^2$
i. mnh j. $\left(m - \frac{1}{2}\right)nh$ k. mnh^2 l. $\left(m - \frac{1}{2}\right)nh^2$

問6 図6のように、問5のプリズム列において各プリズムの側面の中央に入射した光線が、プリズムから出射した後、焦点距離 a の凸レンズによる屈折のようにすべて直線 s 上の点 A に集まるとき、 l_m は (9) と表される。

ただし、直線 t から点 A までの距離を a とする。

(9), (10)の解答群

- a. a b. na c. $(n-1)a$ d. $(n+1)a$
e. mh f. $\left(m - \frac{1}{2}\right)h$ g. mh^2 h. $\left(m - \frac{1}{2}\right)h^2$
i. mnh j. $\left(m - \frac{1}{2}\right)nh$ k. mnh^2 l. $\left(m - \frac{1}{2}\right)nh^2$

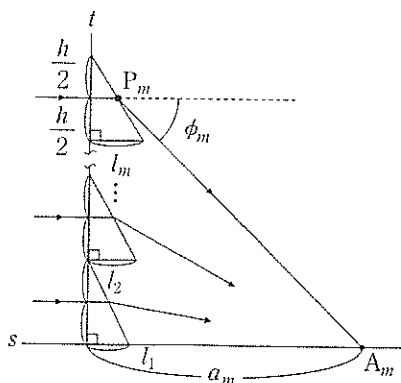


図4

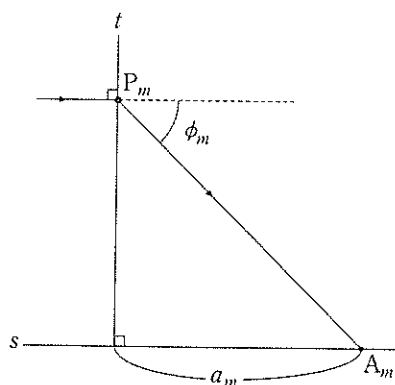


図5

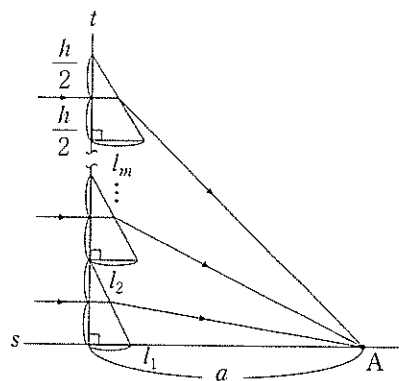


図6

問7 問6のプリズム列に対し、こんどは図7のように、直線 s 上の点 B から出て各プリズムに入射する光線を考える。ただし、直線 t から点 B までの距離を b とする。 m 番目のプリズムの側面の中央に入射する光線が、プリズム出射後に直線 s と交わる点を点 C_m とし、直線 t から点 C_m までの距離を c_m とする。プリズムは十分薄いとして問5と同様に考えれば、 c_m は $\frac{\text{(11)}}{\text{(12)}}$ と表される。

(11), (12)の解答群

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|------------|
| a. a | b. b | c. $a + b$ | d. $a - b$ |
| e. $b - a$ | f. ab | g. ma | h. mb |
| i. $m(a + b)$ | j. $m(a - b)$ | k. $m(b - a)$ | l. mab |

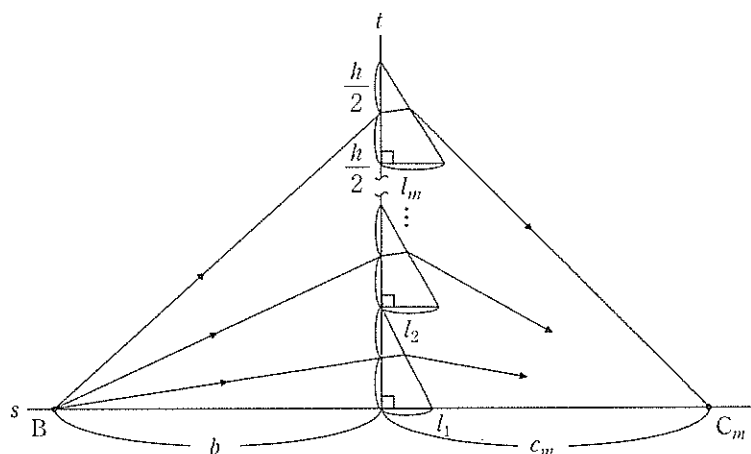


図7

問8 プリズムの屈折率は波長によってわずかに異なる。問6のプリズム列について、波長 λ_R , λ_B におけるプリズムの絶対屈折率をそれぞれ n_R , n_B とする。図8のように、波長 λ_R , λ_B の光線が直線 s と交わる点をそれぞれ

点 A_R , 点 A_B とし、直線 t から点 A_R , 点 A_B までの距離を a_R , a_B とすると、 $\frac{a_R}{a_B} = \frac{\text{(13)}}{\text{(14)}}$ の関係が成り立つ。

(13), (14)の解答群

- | | | | |
|----------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| a. λ_R | b. λ_B | c. $\lambda_R \lambda_B$ | d. n_R |
| e. n_B | f. $n_R + 1$ | g. $n_B + 1$ | h. $n_R - 1$ |
| i. $n_B - 1$ | j. $n_R n_B$ | k. $(n_R + 1)(n_B + 1)$ | l. $(n_R - 1)(n_B - 1)$ |

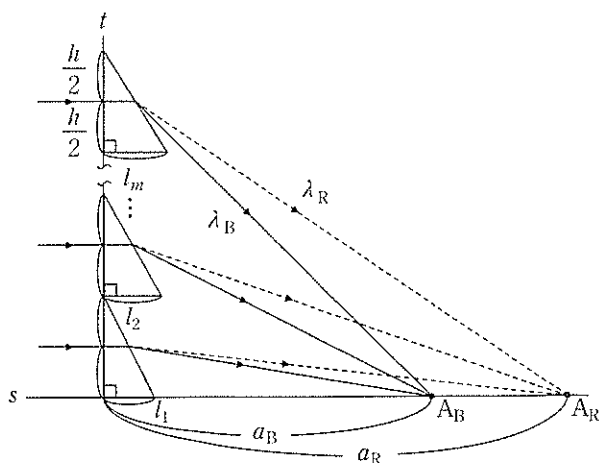


図8

問9 図9のように、直線 t 上に2つのスリットが間隔 h_1 で並んでおり、波長 λ の光がスリット列に垂直に入射する。2つのスリットで回折した光が直線 s 上の点 F において強め合うとき、それぞれのスリットから点 F までの距離 f, f' が満たす条件は波長 λ と整数 j を用いて $|f - f'| =$ (15) と表される。

(15)の解答群

- | | | | |
|---------------|----------------------------|-------------------|----------------------------------|
| a. $j\lambda$ | b. $\frac{jh_1}{2}$ | c. $2jh_1$ | d. $(j + \frac{1}{2})h_1$ |
| e. $j\lambda$ | f. $\frac{j\lambda}{2}$ | g. $2j\lambda$ | h. $(j + \frac{1}{2})\lambda$ |
| i. $j\lambda$ | j. $\frac{jh_1\lambda}{2}$ | k. $2jh_1\lambda$ | l. $(j + \frac{1}{2})h_1\lambda$ |

問10 図10のように、直線 t 上にスリットが間隔 $h_1, h_2, \dots$ で並んでおり、波長 λ の光がスリット列に垂直に入射する。各スリットで回折した全ての光が直線 s 上の点 F において強め合うようなスリット列のうちで、最もスリットの間隔が短くなるものについて、 m 番目のスリットと $m+1$ 番目のスリットの間隔 h_m は、(16) と表される。ただし、直線 t から点 F までの距離 f は $m\lambda$ より十分大きいとして、 $\sqrt{1 + \frac{m\lambda}{2f}} \cong 1$ と近似した。

(16)の解答群

- | | | |
|-----------------------------------|---|---|
| a. $\frac{mf^2}{\lambda}$ | b. $\frac{2mf^2}{\lambda}$ | c. $\frac{\sqrt{mf^2}}{\lambda}$ |
| d. $\frac{\sqrt{2mf^2}}{\lambda}$ | e. $\frac{(\sqrt{m} - \sqrt{m-1})f^2}{\lambda}$ | f. $\frac{(\sqrt{2m} - \sqrt{2m-2})f^2}{\lambda}$ |
| g. $m\sqrt{\lambda f}$ | h. $2m\sqrt{\lambda f}$ | i. $\sqrt{m\lambda f}$ |
| j. $\sqrt{2m\lambda f}$ | k. $(\sqrt{m} - \sqrt{m-1})\sqrt{\lambda f}$ | l. $(\sqrt{2m} - \sqrt{2m-2})\sqrt{\lambda f}$ |

問11 図11のように、問10のスリット列に垂直に波長 λ_R, λ_B の光が入射したとき、各スリットで回折した全ての光が強め合う直線 s 上の点をそれぞれ点 F_R , 点 F_B とし、直線 t から点 F_R, F_B までの距離をそれぞれ f_R, f_B とす

ると、 $\frac{f_R}{f_B} =$ (17) の関係が成り立つ。
(18)

(17), (18)の解答群

- | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| a. λ_R | b. λ_B | c. $\sqrt{\lambda_R}$ | d. $\sqrt{\lambda_B}$ |
| e. λ_R^2 | f. λ_B^2 | g. $\lambda_R + \lambda_B$ | h. $\lambda_R - \lambda_B$ |
| i. $\lambda_R^2 + \lambda_B^2$ | j. $\lambda_R^2 - \lambda_B^2$ | k. $\sqrt{\lambda_R^2 + \lambda_B^2}$ | l. $\sqrt{\lambda_R^2 - \lambda_B^2}$ |

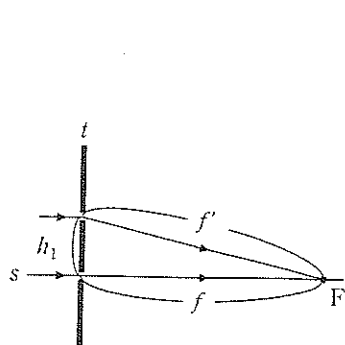


図9

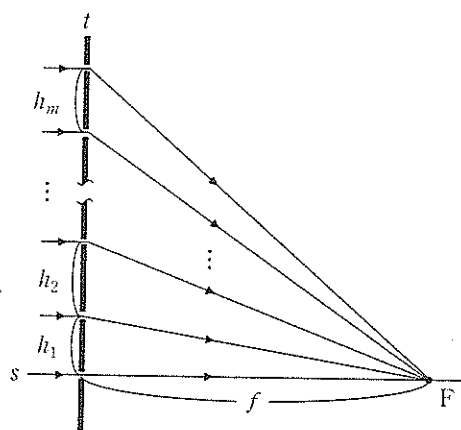


図10

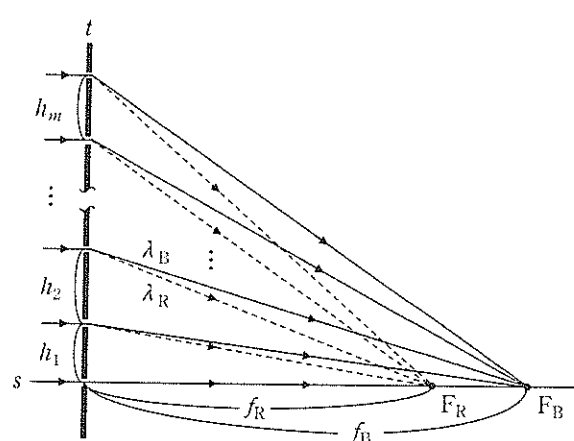


図11

物理（記述解答問題）

〔Ⅱ〕 以下の問の答を解答用紙の該当欄に記入せよ。

辺 AB の長さが d でこれに垂直な辺 BC の長さが $2d$ の、長方形の平面 ABCD を底面とする直方体の内壁面をもつ箱が、底面が水平となるように固定されている。この箱の内部にある質量 m の小球 1 と質量 $4m$ の小球 2 の、平面 ABCD 上における運動を考える。小球 1 と小球 2 の間の反発係数（はねかえり係数）を e で表し、これは $\frac{1}{4} < e \leq 1$ を満たすとする。また、箱の内壁面に対する小球 1 と小球 2 の反発係数はそれぞれ e と $\frac{e}{2}$ であるとする。2 つの小球の大きさはどちらも長さ d に比べて無視できるほど小さく、どちらの小球も質点として扱う。また、これらの小球の表面に生じる摩擦の影響はすべて無視できるものとする。

まず、小球 1 だけの運動を考える。図 1 のように辺 AB の中点 P に小球 1 を置き、平面 ABCD 上で辺 AB と θ の角をなす方向に、大きさが v の初速度を与えたところ、小球 1 は平面 ABCD から一度も離れることなく運動した。

問 1 $\theta = 90^\circ$ の場合、点 P を出発した小球 1 は、対向する辺 CD の中点 Q で最初に壁面に衝突した。この衝突直後の小球 1 の速さ v_Q を求めよ。

問 2 問 1 において点 Q で壁面に衝突した小球 1 は、そこで一度だけはねかえされた後に、出発点 P に戻ってきた。小球 1 が点 P を出発してから再び点 P に戻るまでの時間 T_Q を、 d 、 e 、 v を用いて書き表せ。

問 3 一方、 $0 < \tan \theta < 4$ を満たす θ の場合には、点 P を出発した小球 1 は、辺 BC 上の点 R で最初に壁面に衝突した。この衝突直後の小球の速さ v_R を、 e 、 θ 、 v を用いて書き表せ。

問 4 問 3 において点 R で壁面に衝突した小球 1 は、そこで一度だけはねかえされた後に、長方形 ABCD の中心点 S を通過した。この場合の θ を θ_S としたとき、 $\tan \theta_S$ を e のみを用いて書き表せ。

つぎに、小球 1 と小球 2 の運動を考える。点 S に小球 2 を静止させた状態で、これまでと同様に辺 AB の中点 P に小球 1 を置き、平面 ABCD 上で辺 AB と θ の角をなす方向に、大きさが v の初速度を小球 1 に与えた。

問 5 $\theta = 90^\circ$ の場合、点 P を出発した小球 1 は、点 S で小球 2 と衝突してはねかえされ、壁面とは一度も衝突することなく点 P に戻ってきた。小球 1 が点 P を出発してから再び点 P に戻るまでの時間 T_S を求めよ。

問 6 一方、問 4 の角 θ_S の方向に初速度を与えた場合、点 P を出発した小球 1 は、辺 BC 上の点 R で壁面に衝突して一度だけはねかえされた後に、点 S で小球 2 と衝突した。小球 2 との衝突の後に、小球 1 は再び辺 BC 上の点 R で壁面に衝突して一度だけはねかえされてから、辺 AB 上の点 P' に到達した。点 P と点 P' の間の距離 PP' を、 d 、 e を用いて書き表せ。

問 7 問 6 において小球 1 が点 S で小球 2 と衝突した後に、小球 2 は辺 AD 上の点で壁面に衝突して一度だけはねかえされてから、辺 CD 上の点 Q' に到達した。点 Q と点 Q' の間の距離 QQ' を、 d 、 e を用いて書き表せ。

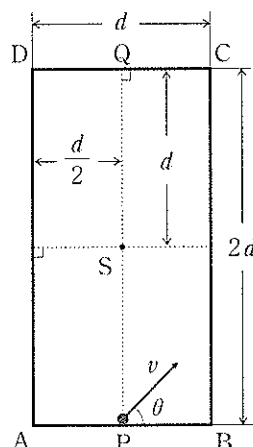


図 1

再び小球 1 だけの運動を考える。ただし今度は、辺 AB と辺 CD をどちらも水平に保ったまま、図 2 のように辺 BC と辺 AD が水平面と 30° の角をなした状態で、辺 AB よりも辺 CD の方が高くなるように箱が固定されている場合を考える。これまでと同様に、辺 AB の中点 P に小球 1 を置き、傾いた平面 ABCD 上で辺 AB と θ の角をなす方向に、大きさが v の初速度を与えたところ、小球 1 は平面 ABCD から一度も離れることなく運動した。ただし、鉛直下向きの重力加速度の大きさを g として、以下では $e = \frac{1}{3}$ とする。

問 8 点 P を出発した小球 1 は、辺 BC 上の点 R' で最初に壁面に衝突した。この衝突直後の小球 1 の速度の辺 BC に沿った成分が、斜面下向きとならないための v の最小値 v_0 を求めよ。また、初速度の大きさが v_0 の場合に、点 B と点 R' の間の距離 $\overline{BR'}$ を、 d 、 θ を用いて書き表せ。

問 9 辺 BC 上の点 R' で最初に壁面に衝突した小球 1 は、そこで一度だけはねかえされた後に点 S を通過した。この場合の v を v_1 としたとき、 v_1 を、 d 、 θ 、 g を用いて書き表せ。

問 10 問 9 において点 R' から点 S への小球 1 の運動の軌跡は、上に凸の放物線の一部となる。点 S がこの放物線の頂点となる場合に、出発点 P における小球 1 の運動エネルギー K を求めよ。

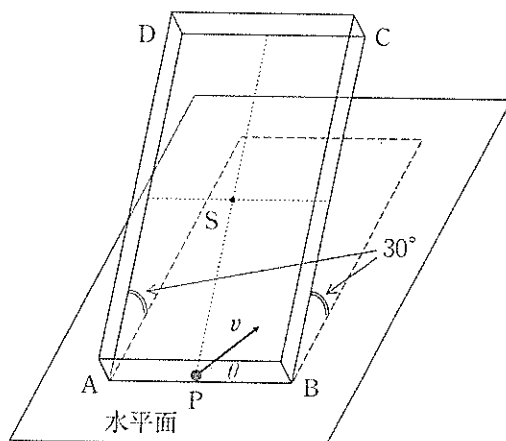


図 2

物理（記述解答問題）

〔Ⅲ〕 以下の問の答を解答用紙の該当欄に記入せよ。

問1 一辺の長さが L の正方形をした電極板2枚を互いに平行に間隔 d だけ離して真空中に置き、図1のように z 軸を電極板に垂直に、 x 軸と y 軸を電極板の各辺に平行になるように座標系を設定した。電極板間に電圧 V をかけ、電極板に対して垂直で一様な電場を作り、質量 M 、電荷 q ($q > 0$) の荷電粒子を電極板の外から y 軸に沿って正の向きに速さ v で打ちこんだ。荷電粒子が電極板にあたることなく電極板間を通過し $y = L$ に達したとすると、そのときの荷電粒子の z 座標を求めよ。

問2 前問と同様に電極板間に電圧 V をかけ、さらに z 軸正の向きに磁束密度 B ($B > 0$) の一様な磁場も印加したうえで、同じ荷電粒子を問1と同様に打ちこんだ。再び荷電粒子は電極板にあたることなく電極板間を通過し $y = L$ に達したとすると、そのときの荷電粒子の x 座標はいくらになるか。解答欄の空欄に適切な表式を記入せよ。また、そのときの z 座標について適切なものを以下の3つから選び、その記号を解答欄に記入せよ。

- (ア) 磁場のないときと変わらない。
- (イ) 磁場のないときに比べ、正の方向にずれる。
- (ウ) 磁場のないときに比べ、負の方向にずれる。

問3 こんどは図2のように、磁束密度 B ($B > 0$) の一様な磁場の中に、これに垂直に一辺の長さが ℓ の正方形をした回路をおき、一定の電流 I を流す。回路の辺 P_1P_2 に働く力の大きさを求めよ。また、力はどちらに向いているか答えよ。

問4 問3の回路を図2の太い矢印で示す方向に、軸のまわりにゆっくりと 90° 回転させた。電磁誘導による起電力および電流の変化はないものとし、力に垂直な方向の動きに対しては力は仕事をしないことに注意して、辺 P_3P_4 が磁場から受ける力がこの回転の間にした仕事を求めよ。ただし、回転前の状態において回路を貫く磁束の絶対値を Φ とし、 B の代わりにこれを用いて答を表せ。

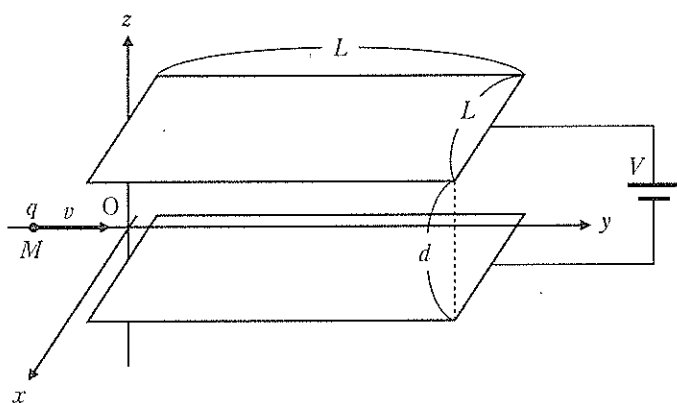


図1

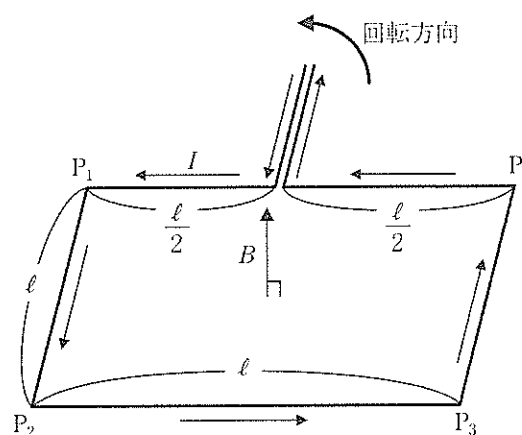


図2

つぎに、原点に固定された電荷 Q ($Q > 0$) の荷電粒子が作る電場中における他の荷電粒子の運動を考える。

問5 原点からの距離が r のところにおける電場の大きさと電位を求めよ。ただし、クーロンの法則の比例定数は k とし、電位の基準を無限遠とする。

問6 この電場中を負電荷 $-q$ ($q > 0$) をもった質量 M の荷電粒子が、静電気力を向心力として半径 r の等速円運動をするとき、その運動エネルギーと静電気による位置エネルギーを求めよ。ただし、位置エネルギーの基準は無限遠とする。

問7 ラザフォードの原子模型における水素原子では、正の電荷 e をもった陽子のまわりを負の電荷 $-e$ をもった電子が等速円運動している。ここで $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ は電気素量である。陽子は静止しているものとし、円運動の半径を $r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$ とすると、電子の運動エネルギーと静電気による位置エネルギーの和は何 J か。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、位置エネルギーの基準は無限遠とする。また、 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ を用いよ。

問8 量子論では、電子は波動的性質も合わせ持ち、その波長 λ (ドブロイ波長という) は速さ v で $\lambda = \frac{h}{mv}$ と与えられる。ここで h はプランク定数とよばれる定数で、 m は電子の質量である。ボーアの原子模型では、水素原子における電子の等速円運動の半径は任意の値をとることはできず、電子の波がその軌道上で定常波をつくるように決まると仮定する。この模型が正しいとして、水素原子における電子の円運動の半径のうち最も短いものを m , h , e , k で与える式を求めよ。

ここで再び問6 の状況にもどり、さらに磁束密度 B ($B > 0$) の一様な弱い磁場を印加することを考える。このとき負電荷をもった荷電粒子は、静電気力に加えローレンツ力も受けることになる。図3に示したように、この負電荷をもった荷電粒子の運動が、正電荷をもった荷電粒子を含む、磁場に垂直な平面における等速円運動だったとして、以下の問に答えよ。

問9 電流とはある面を単位時間あたりに通過する電気量であることに注意して、磁場を加える前の等速円運動において、負電荷をもつ荷電粒子が軌道上につくる平均的な電流の大きさ I を求めよ。

問10 等速円運動の半径が問6 と同じく r であったとすると、磁場を加えた後の運動エネルギーは印加前のものに比べいくらか変化したか。増えた場合を正として符号も含めて答えよ。その際、円を貫く磁束 $\Phi = \pi r^2 B$ と問9 の電流の大きさ I だけを用いて表せ。ただし、磁場は弱いので、 $x \ll 1$ に対する近似 $(1+x)^2 \doteq 1+2x$ と $\sqrt{1+x^2} \doteq 1$ を用いよ。

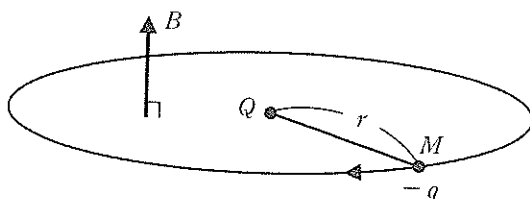


図3

化学の問題は12～19ページに記載されている
このページは下書きに使用してよい。