

令和 8 年度
入学者選抜学力試験問題
後期日程

理 科

注 意

1. 解答用紙表紙の※印欄は、受験者が記入すること。
受験番号は、本学受験票の受験番号を記入すること。
※印欄以外の箇所には、受験番号・氏名を絶対に書かないこと。
2. 問題冊子及び解答用紙は、「解答始め」の指示があるまで開かないこと。
3. 理学部数物科学科志願者は理科、数学から1教科選択し、解答用紙の表紙の選択別欄に○印を記入のうえ、選択した教科の問題を全問解答すること。なお、解答用紙の表紙の選択別欄に両教科とも○印をつけた場合は、すべての解答を無効とする。
4. 解答は、別冊子の解答用紙に記入すること。
解答用紙左上の問題番号を確認し、問題に対応する解答用紙のみに記入すること。
5. 試験終了後、この問題冊子と下書用紙は持ち帰ること。
6. 総ページ数
問題冊子—— 8 ページ
解答用紙—— 7 ページ
下書用紙—— 1 枚(数学と共用)

問題訂正

訂正箇所：(7 ページ)大問Ⅲ 問6の文3行目

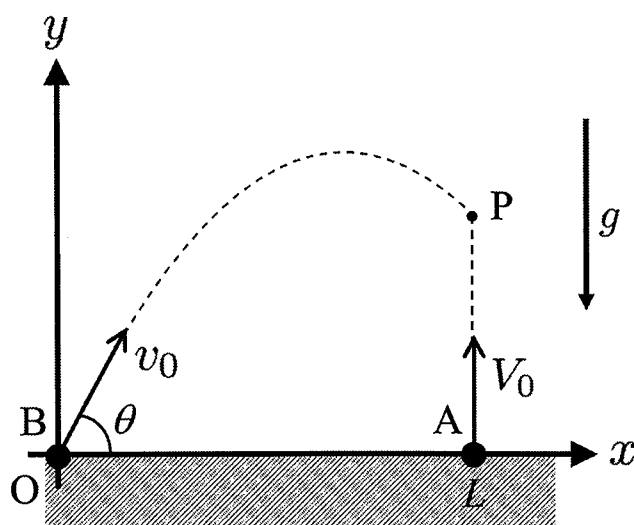
(誤) 以上の考察に基づき、光子が媒質に及ぼす力の…

(正) 以上の考察に基づき、時間 Δt の間に光源から出された光子の集まりが媒質に及ぼす力の…

以上

物 理

I 図のように、水平方向に x 軸、鉛直方向に y 軸をとり、鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。水平な地面を $y = 0$ とし、時刻 $t = 0$ で点 $(L, 0)$ から小物体 A を鉛直上向きに、ある速さ V_0 で投げ上げる。これと同時に、原点 O から小物体 B を速さ v_0 で x 軸から θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) の角で投げ上げる。小物体 A と B が地面に到達するまえに、空中で衝突するための v_0 と θ の条件を考える。小物体 A と B が衝突するとき、その位置を点 P とする。運動は xy 平面のみで起こり、空気抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。 $L > 0$ で、重力加速度の大きさを g とする。



- 問1 小物体 B は、地面に到達することなく x 軸方向には正の向きに L 移動した。 $x = L$ に到達した時刻 t_1 を、 v_0 , θ , L を用いて表せ。
- 問2 時刻 t ($0 < t \leq t_1$) での小物体 A の y 座標 y_A を、 V_0 , t , g を用いて表せ。
- 問3 時刻 t ($0 < t \leq t_1$) での小物体 B の y 座標 y_B を、 v_0 , θ , t , g を用いて表せ。
- 問4 小物体 A と B が空中で衝突するためには、時刻 t_1 で小物体 A と B は同じ高さでなくてはならない。この条件を表す V_0 , v_0 , θ の間に成り立つ関係式を示せ。

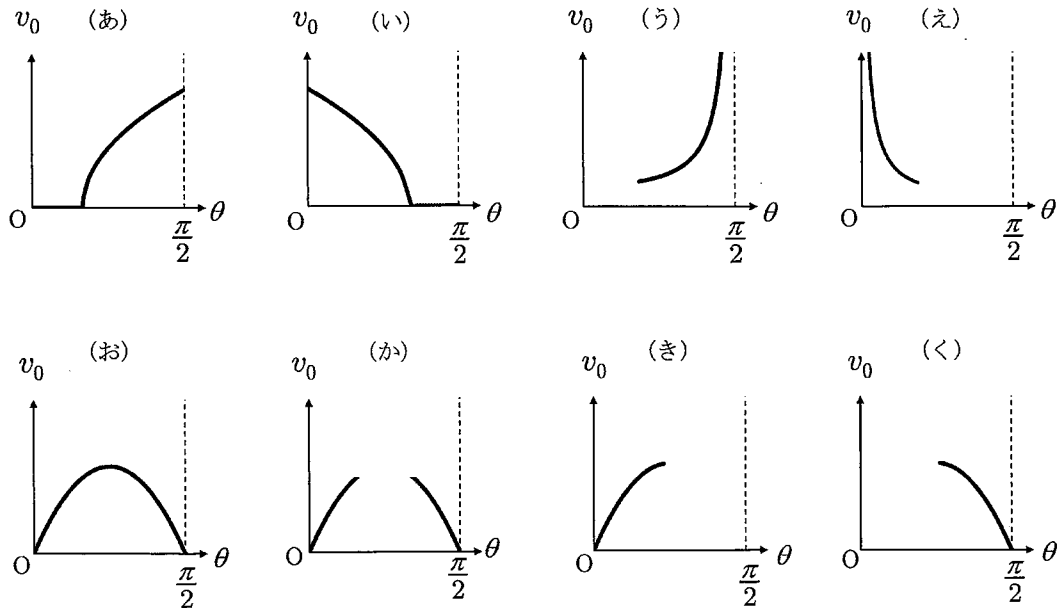
物 理

I のつづき

問5 小物体 A と B が空中で衝突するためには、小物体 A が地面に到達する前に、小物体 B が x 軸方向には正の向きに L 移動する必要がある。この条件を表す不等式を計算過程も含めて示し、最も適当なものを次の (あ)~(し) のうちから1つ選べ。

(あ) $v_0 > \frac{gL}{2V_0 \sin \theta}$	(い) $v_0 < \frac{gL}{2V_0 \sin \theta}$	(う) $v_0 > \frac{V_0^3 \sin \theta}{gL}$
(え) $v_0 < \frac{V_0^3 \sin \theta}{gL}$	(お) $v_0 > \frac{gL}{2V_0 \cos \theta}$	(か) $v_0 < \frac{gL}{2V_0 \cos \theta}$
(き) $v_0 > \frac{V_0^3 \cos \theta}{gL}$	(く) $v_0 < \frac{V_0^3 \cos \theta}{gL}$	(け) $v_0 > \frac{gL}{2V_0 \tan \theta}$
(こ) $v_0 < \frac{gL}{2V_0 \tan \theta}$	(さ) $v_0 > \frac{V_0^3 \tan \theta}{gL}$	(し) $v_0 < \frac{V_0^3 \tan \theta}{gL}$

問6 問4と問5の条件を同時に満たすとき、小物体 A と B は空中で衝突する。ある速さ V_0 に対して、この2つの条件を同時に満たす v_0 と θ の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の (あ)~(く) のうちから1つ選べ。



物 理

II 質量が m で電気量 q ($q > 0$) をもつ荷電粒子の運動を考える。 xy 平面を水平面として z 軸の正の向きが鉛直上向きとなるように座標軸をとり、磁束密度 B の一様な磁場（磁界）が z 軸の正の向きにかけられている。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して、以下の問いに答えよ。

問1 図1のように、時刻 $t = 0$ に荷電粒子が、原点 O から y 軸の正の向きに速さ v で打ち出された。

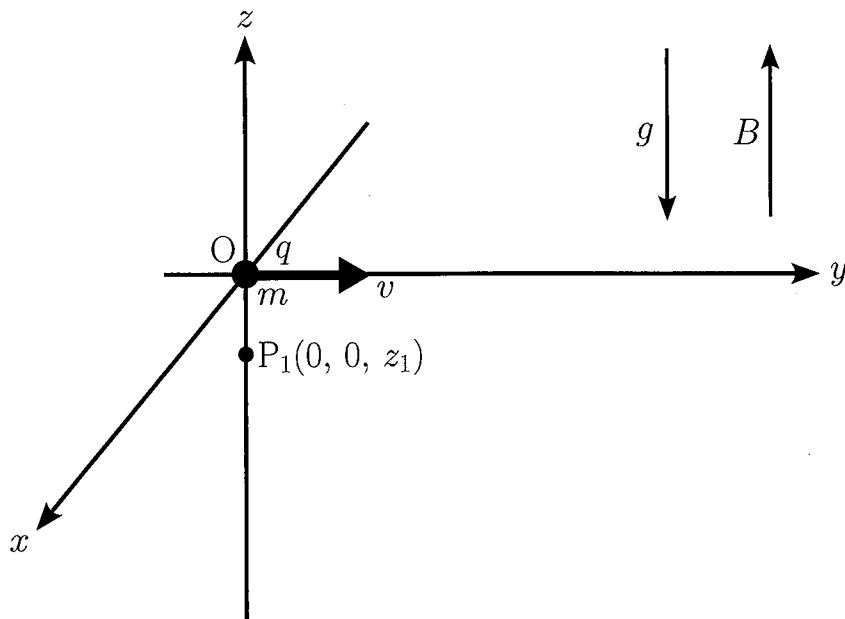


図1

- (1) 荷電粒子が打ち出された直後に、荷電粒子にはたらく力 $\vec{F} = (F_x, F_y, F_z)$ の各成分を求めよ。
- (2) 荷電粒子の運動は xy 平面上に射影すると等速円運動になる。円運動の半径および周期を求めよ。
- (3) 荷電粒子が打ち出された後、時刻 t_1 に初めて z 軸上の点を通じた。この点を P_1 とする。点 P_1 の z 座標 z_1 を、 q , B , m , g を用いて表せ。
- (4) 荷電粒子が点 P_1 を通過した瞬間に荷電粒子がもつ運動エネルギー K_1 を、 q , B , m , g , v を用いて表せ。

物 理

II のつづき

問 2 問 1 と同じように、時刻 $t = 0$ に荷電粒子が、原点 O から y 軸の正の向きに速さ v で打ち出された。この荷電粒子が、時刻 t_1 に点 P_1 を通過した直後から、図 2 のように、大きさ $E = \frac{mg}{q}$ の一様な電場（電界）が、磁束密度 B の一様な磁場と平行に z 軸の正の向きにかけられた。

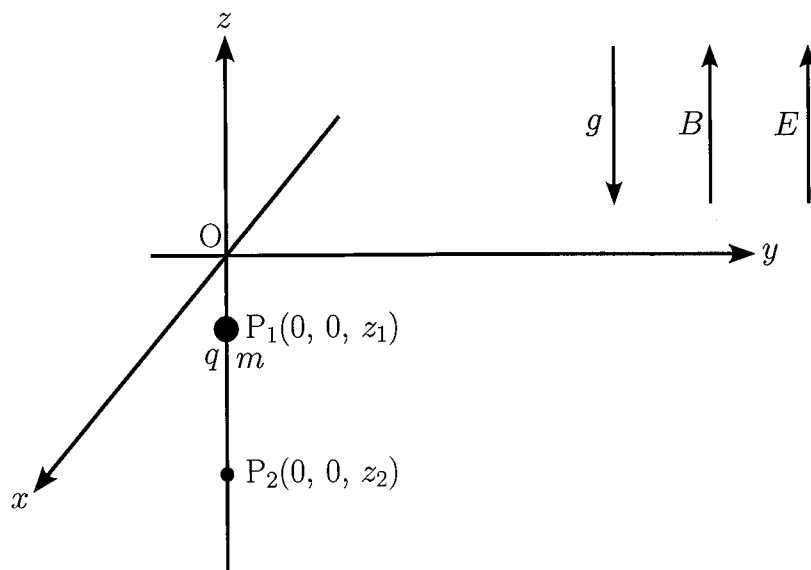


図 2

- (1) 時刻 $t > t_1$ に、荷電粒子が点 P_1 の次に通過した z 軸上の点を P_2 とする。荷電粒子が点 P_2 を通過する瞬間にもつ運動エネルギー K_2 と、問 1 (4) で求めた K_1 の比 $r_K = \frac{K_2}{K_1}$ を求めよ。
- (2) 点 P_2 の z 座標 z_2 と、問 1 (3) で求めた z_1 の比 $r_z = \frac{z_2}{z_1}$ を求めよ。
- (3) 点 P_1 を通過した後の荷電粒子の運動について簡潔に説明せよ。

物 理

III 図1のように、真空中に固定された、絶対屈折率 n ($n > 1$), 厚さ d の媒質に、面 A から入射角 i_1 ($i_1 > 0$) で真空中から単色光が入射し、面 B に進んだ。面 B における光の入射角を i_2 とする。面 B で反射した光は、入射角 i_3 で面 C に到達し、屈折角 r_3 で真空中に進む。面 A と面 C は平行であり、面 A と面 B は垂直である。また、面 A, 面 B, 面 C は紙面に垂直である。以下の問いに答えよ。

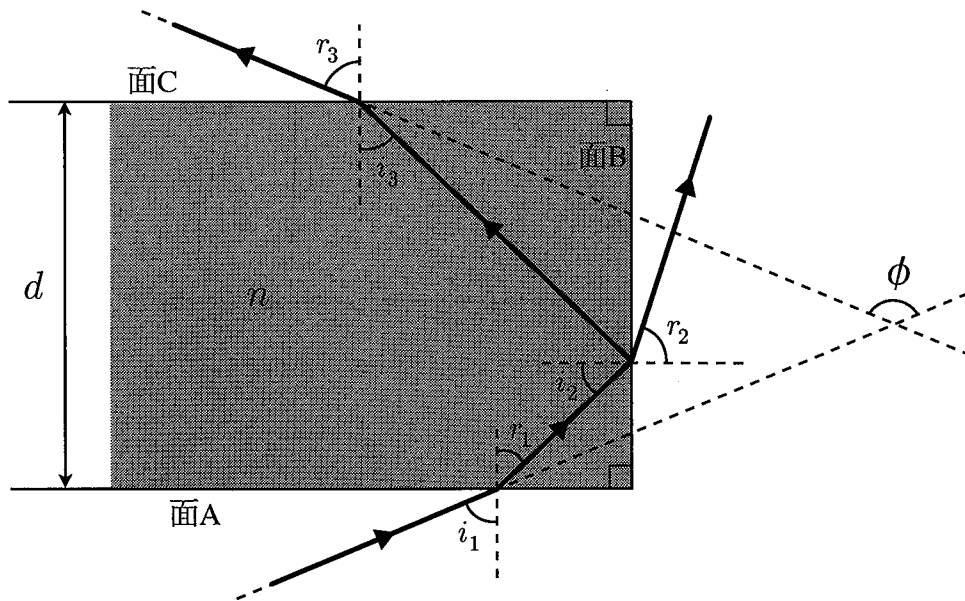


図 1

物 理

III のつづき

- 問 1 面 B において、入射角 i_2 が臨界角 i_c を超えると光は全反射する。臨界角 i_c が満たす式を、 n を用いて表せ。
- 問 2 面 A に入射する光と、面 C から真空に進む光のなす角 ϕ を、 i_1 , d , n から必要なものを用いて表せ。
- 問 3 ある絶対屈折率の値 n_c を境にして、 $n < n_c$ では、入射角 i_1 を調節することで一部の光は面 B で屈折し真空に進むことが可能となるが、 $n > n_c$ では、入射角 i_1 をどのように選んでも光は面 B で全反射するようになる。 n_c の値を求めよ。

物 理

III のつづき

波長 λ の光は、真空中では、エネルギー $E = \frac{hc}{\lambda}$ 、大きさ $p = \frac{h}{\lambda}$ の運動量をもつ光子の集まりの流れとみなすことができる。ここで、 h はプランク定数であり、 c は真空中の光の速さである。図 2 のように、真空から媒質の面 A に入射する光子の運動量を \vec{p}_i 、媒質の面 C から真空に進む光子の運動量を \vec{p}_f とする。光源からは、1 個あたり w のエネルギーをもつ光子が、単位時間あたり N 個の割合で同じ向きで出されているとする。光源から出た光子は図 1 の光と同じように進むとし、どのような入射角 i_1 においても、面 B で全反射する場合を考える。真空から媒質に入射する光の波長と、媒質から出て真空中を進む光の波長は変わらないとすると、光子の運動量 \vec{p}_i と \vec{p}_f の大きさは同じである。さらに、媒質による光子の吸収の影響はなく、面 A および面 C で反射する光は無視できると仮定し、以下の問いに答えよ。

問 4 時間 Δt の間に光源から出された光子の集まりがもつ運動量の総和の大きさを、 w 、 c 、 N 、 Δt を用いて表せ。

問 5 光源から出される光子 1 個の運動量の大きさを p_0 ($p_0 = |\vec{p}_i|$)、運動量の変化量を $\Delta \vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$ とする。入射角 i_1 と運動量の変化量の大きさ $|\Delta \vec{p}|$ との関係式を求めよ。また、その概形を解答用紙のグラフに図示せよ。

問 6 図 2 で示した $\vec{p}_i \rightarrow \vec{p}_f$ の運動量変化は、媒質から光子に力がはたらくことによって生じると考えることができる。さらに、作用・反作用の法則が成り立つと考えることで、光子が媒質に力をおよぼすとみなすことができる。以上の考察に基づき、光子が媒質におよぼす力の大きさ f を、 w 、 c 、 N 、 Δt 、 i_1 のうちから必要なものを用いて表せ。

物 理

III のつづき

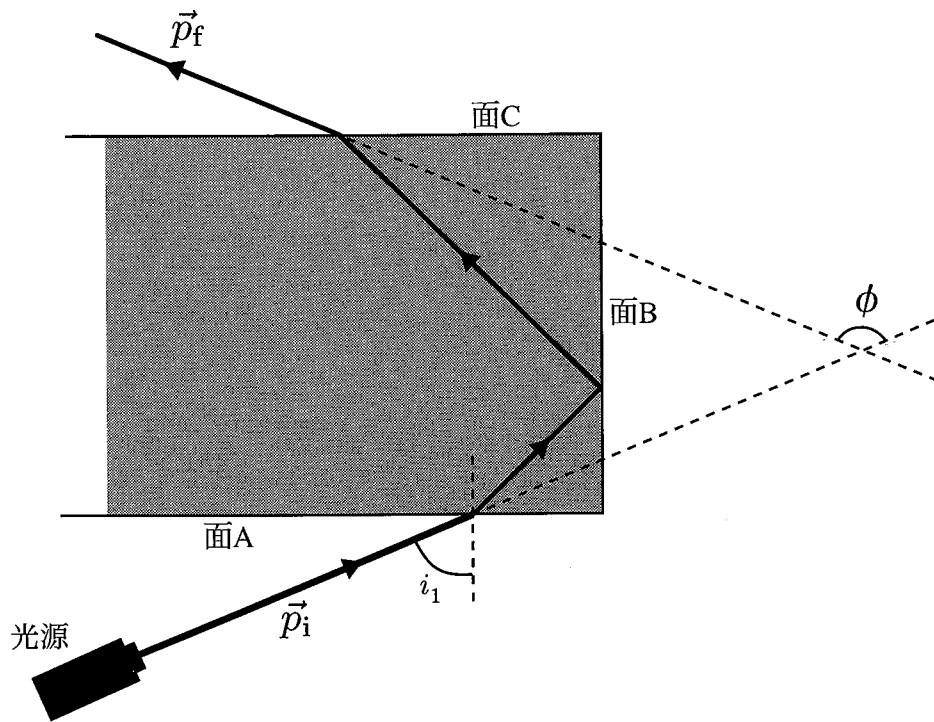


図 2