

2025年度大阪公立大学理学部学校推薦型選抜試験

物理学科小論文問題

注意事項

1. 問題冊子は、監督者が「解答はじめ」の指示をするまで開かないこと。
2. 問題は2～9ページである。解答用紙は 6 枚ある。脱落があった場合は、申し出ること。
3. 解答用紙の所定欄に受験番号、氏名を忘れずに記入すること。
4. 机上に各自の「受験票」を出しておくこと。
5. 解答は、全て解答用紙の所定欄に記入すること。
6. 問題冊子は各自持ち帰ること。
7. 本試験問題の一部あるいは全部について、いかなる方法においても複写・複製など、著作権法上で規定された権利を侵害する行為を行うことは禁じられています。

(空白)

(空白)

小論文：第 1 問 (50 点)

図 1 のように、いずれも大きさの無視できる質量 m の小球 1 と質量 $2m$ の小球 2 が、それぞれ床からの高さが $2h$ と h の位置に持ち上げられている。この 2 つの小球を同じ時刻に静かにはなすと、どちらの小球も鉛直下向きに運動をはじめた。小球 2 は床に衝突すると鉛直上向きにはね返り、床からの高さが h' の位置で 2 つの小球が衝突した (図 2)。重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。ただし、床と小球 2 の衝突および小球同士の衝突は弾性衝突であり、小球 1 と小球 2 が衝突した瞬間に 2 つの小球に働く重力の影響は無視できる (すなわち、衝突の前後で運動量保存則が成り立つ) ものとする。また、2 つの小球は鉛直方向以外に運動することはない、小球にはたらく空気抵抗も無視できるものとする。なお、いずれの問いにも m, g, h のうち必要なものを用いて答えよ。

問 1 小球 2 が床に衝突する直前の速さを求めよ。

問 2 小球 2 が床ではね返ってから小球 1 と衝突するまでに要する時間を求めよ。

問 3 h' を求めよ。

問 4 小球 1 と小球 2 が衝突する直前の、それぞれの小球の速さを求めよ。

問 5 小球 1 と小球 2 が衝突した直後の、それぞれの小球の速さを求めよ。

問 6 小球 1 と小球 2 が衝突したあと、小球 1 は鉛直上向きに運動する。このときに小球 1 が到達する最高点の床からの高さを求めよ。

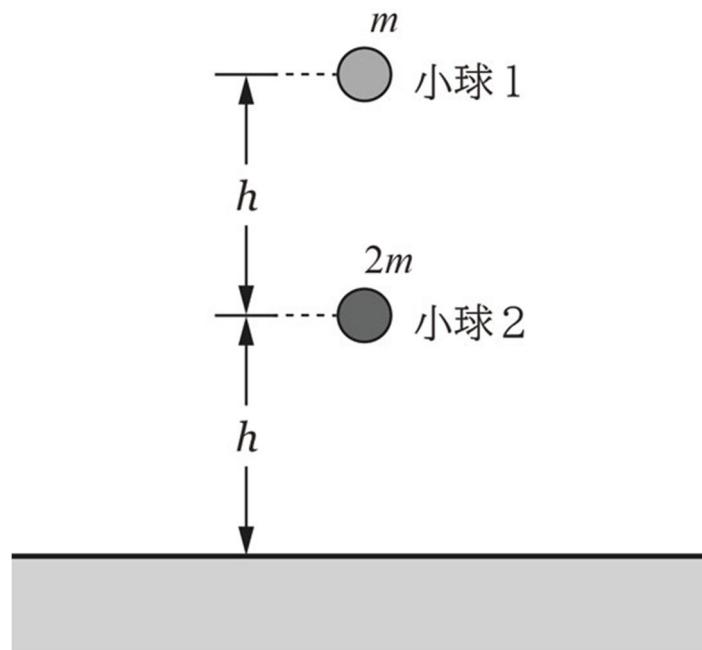


图 1

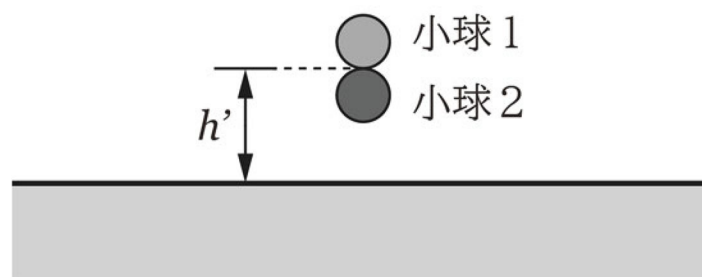


图 2

小論文：第2問 (50 点)

地磁気中でローレンツ力を受けて運動する荷電粒子を考える．地磁気の磁束密度の大きさ B [T] とし、その一様な磁界中を電気量 q [C] をもった質量 m [kg] の荷電粒子が、磁界と垂直な方向に速さ v [m/s] をもって等速円運動しているとする．重力や空気抵抗は十分小さく無視できるものとする．このとき以下の問いに答えよ．

- 問1 地磁気の磁界の方向、磁界によって正の荷電粒子が受けるローレンツ力の方向および回転方向を図示せよ．
- 問2 等速円運動の半径を求めよ．
- 問3 等速円運動の周期を求め、速さと半径によらず一定であることを示せ．
- 問4 地磁気の磁束密度の大きさを 5.0×10^{-5} T とし、質量 1.7×10^{-27} kg で電気量 1.6×10^{-19} C の陽子が速さ 1.0×10^6 m/s で等速円運動しているときの半径を計算せよ．
- 問5 問 4 の等速円運動の周期を計算せよ．ただし、円周率 $\pi=3.14$ とする．
- 問6 問 4 の陽子と同じ速さで質量 9.1×10^{-31} kg の電子が、地磁気の中で等速円運動する場合の半径を計算せよ．
- 問7 問 6 で求めた半径で、陽子を速さ 1.0×10^6 m/s で等速円運動させる場合に必要な磁束密度の大きさを計算せよ．ただし、ここでは地磁気の影響は無視できるものとする．

(空白)

小論文：第3問 (50 点)

単色のレーザー光を，ある媒質から異なる媒質に入射した場合を考える．図 1 のように媒質 1 中の点 $A(a, b)$ にレーザー光源を置き，点 A からレーザー光を媒質 1 と媒質 2 の境界面の点 $B(0, 0)$ に入射角 θ で入射したとき，レーザー光は媒質 2 を屈折角 ϕ で屈折し，点 $C(c, d)$ に到達した．ただし，レーザー光源側の媒質 1 での光の速さを v_1 ，媒質 2 での光の速さを v_2 とする．

問 1 媒質 1 での光の速さと媒質 2 での光の速さの比 (v_1/v_2) を，入射角 θ と屈折角 ϕ を用いて表せ．

問 2 点 A からのレーザー光が，媒質 1 と媒質 2 の境界面の点 $B'(x, 0)$ に入射し，点 $C(c, d)$ に到達した．この時，点 A から点 C に到達するまでの時間を求めよ．

問 3 問 2 において，点 A から出たレーザー光が，点 C に最短時間で到達するのは，点 $B(0,0)$ に入射した場合であることを示せ．

問 4 レーザー光を媒質 1 の点 A から媒質 2 に入射したとき，レーザー光が媒質 1 と媒質 2 の境界面で全反射を起こさせるための必要な条件を， v_1 と v_2 を用いて示せ．このとき，全反射が生じる最小の入射角を θ_0 とした時， θ_0 と v_1 ， v_2 の関係を求めよ．

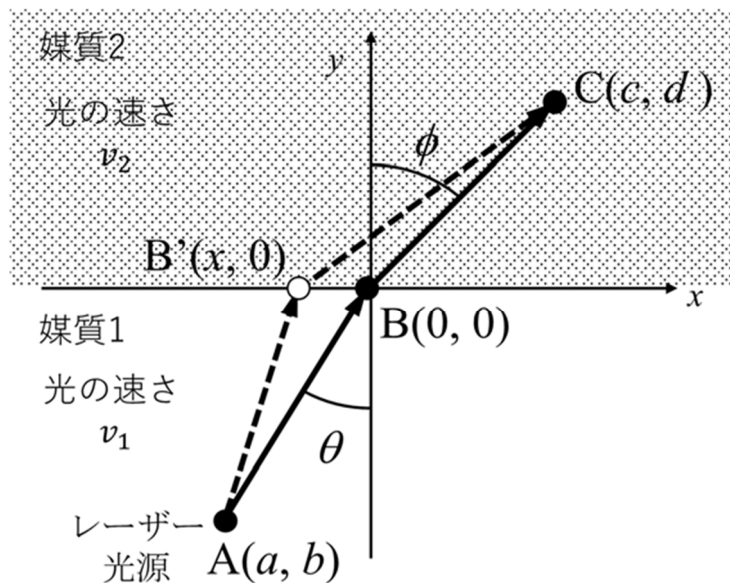


図 1

つぎに、図2のように、媒質中に透明で十分長い円柱があり、その円柱の上面に単色のレーザー光を光源 S から入射角 θ_1 [rad]で入射した場合を考える。このとき、円柱の下面から T 方向に角度 θ_2 [rad]で出射するレーザー光と、円柱の側面から T' 方向に角度 θ_3 [rad]で出射するレーザー光が見られた。ここで、図3は、図2を横から見た図である。

問5 円柱の下面の T 方向に出射するレーザー光の角度 θ_2 を求めよ。

問6 レーザー光が円柱で屈折せずに直進する方向 (S' 方向) と円柱の側面から屈折し出射する方向 (T' 方向) とのなす角 α [rad]は、偏角と呼ばれる。この偏角 α を入射角 θ_1 と角度 θ_3 を用いて表せ。

つづいて、同じ円柱にレーザー光を入射角 θ' [rad]で入射したとき、円柱の側面からレーザー光が出射することなく、下面からのみレーザー光が出射した。

問7 入射角 θ' が満たすべき条件を求めよ。ここで、媒質中の光の速さを v_1 、円柱内の光の速さを v_2 とし、速さの比は $v_1/v_2 = 5/4$ とする。ただし、円柱は十分長いとし、レーザー光が透明な円柱の側面に反射しないで直接下面に到達する場合は考えないこととする。

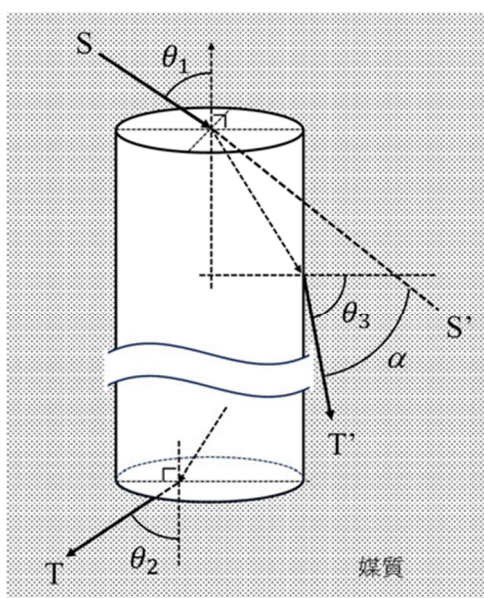


図2

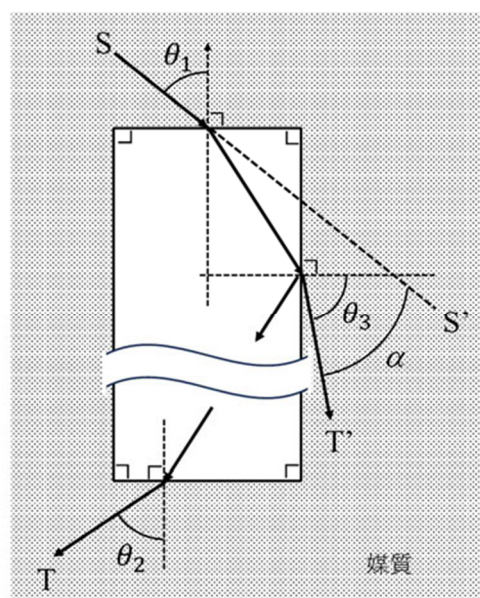


図3

小論文：第4問 (50点)

問 1 下線部①～③の英文を日本語に訳せ.

① _____

② _____

③ _____

(S. T. Hawking, *A Brief History of Time*, 1988より一部抜粋.)

なお, 必要ならば, 以下の英単語, 英語句の日本語訳を参考にせよ.

bewildering: 困惑させるような, the theory of superstrings: 超弦理論,

tortoise: 亀, the Bermuda Triangle: バミューダ三角海域,

celestial: 天の, placate: なだめる, fertility: 肥沃さ

問 2 次の日本語を英語に訳せ.

- ① 人が, 共通の仕事を効果的かつ正確に計画し, 達成することができるのは, そのうちの一人が全員の行動を常に同じ目標に向けて指揮するときだけである.

- ② この結論は，先に述べた仮定が正しいかによらず，過去に観測された実験結果を最もよく説明できる．