

富山大学

科目	物 理
----	-----

理学部・医学部・薬学部・工学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけない。
2. 問題は1ページから6ページにわたっている。解答用紙は3枚、下書き用紙は3枚で、問題冊子とは別になっている。これらが不備な場合は、直ちにその旨を監督者に申し出ること。
3. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価(採点)の対象としない。
4. すべての解答用紙の上部の欄に、志望学部と受験番号(2か所)を記入すること。
5. 試験終了後、問題冊子・下書き用紙とも、持ち帰ること。

実施年月日
25. 2. 25
富山大学

平成25年度富山大学一般入試 個別学力検査

補 足 説 明

○2月25日(月)

第2時限 12時30分検査開始

理学部・医学部・薬学部・工学部 一般入試(前期日程)【物理】

一般入試(前期日程)【物理】

3ページ

2 (2)(a)(iii)

〔補足説明〕

「… 4V を印加した …」

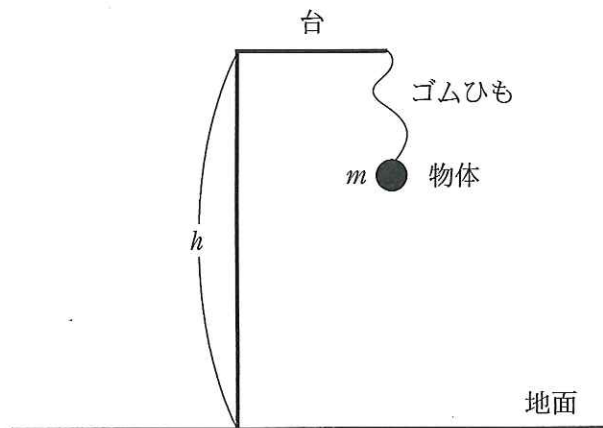
は

「… 4V にした …」

の意味です。

1 バンジージャンプを物理的に考えてみる。図のように、質量 m の物体を地上からの高さが h の台から、自然の長さが $\frac{h}{2}$ のゴムひもをつけて、時刻 0 に静止した状態から静かに落下させる。ゴムひもは、その一端が台に固定されており、自然の長さから伸びているときは、ばね定数 k のばねと同様の振る舞いをする。重力加速度を g とし、物体の大きさ、ゴムひもの質量、空気抵抗は無視できるものとして、以下の問いに m, h, k, g のうち必要なものを用いて答えよ。ただし、円周率が必要な場合は π を用いてもよい。(1) 以外は解き方も示せ。

- (1) 地上における物体の位置エネルギーを 0 としたとき、高さ h の台の上にある物体の位置エネルギーはいくらか。
- (2) 物体が地上から $\frac{h}{2}$ の高さまで落下したときの時刻 t_0 と物体の運動エネルギー K_0 を求めよ。ただし、物体の高さが $\frac{h}{2}$ 以上ではゴムひもはたわんでいて、物体は自由落下するものとする。
- (3) 物体の高さが h_1 のとき、物体の加速度は 0 になった。 h_1 を求めよ。
- (4) 仮に物体が地上に到達した場合、そのときのゴムひもの弾性力による位置エネルギーを求めよ。ただし、ゴムひもの弾性力による位置エネルギーは、長さが $\frac{h}{2}$ のときを 0 とする。
- (5) (4) の結果より、物体が地面に衝突しないための k の条件を求めよ。
- (6) k の値が (5) の条件を満たす場合、物体が (3) の高さ h_1 の位置を通過した瞬間から最初に最下点に到達するまでの時間を求めよ。



問題 **2** は次のページから始まります。

2

(1) 強さの異なる磁場がかかっている空間における荷電粒子の運動を考えてみる。

図1のように、真空中で点線で区切られた境界面の上方の空間では磁束密度の大きさ B_1 の一様磁場、下側では磁束密度の大きさ B_2 の一様磁場が紙面に垂直に加えられており、 $2B_1 = B_2$ である。磁場はともに紙面の裏から表に向かう向きにかかっている。境界面上の一点から質量 m 、電荷 q ($q > 0$) の荷電粒子が境界面に垂直で図1のように上向き速度 v をもって打ち出された。以下の問いに答えよ。ただし、重力は無視する。

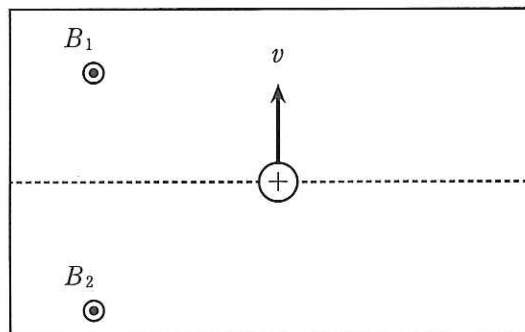


図1

- (a) 荷電粒子はローレンツ力により、一様磁場中で円運動をする。この円運動の半径をラーマー半径という。境界面の上方領域におけるラーマー半径 r_1 を B_1 、 m 、 q 、 v を用いて表せ。解き方も示せ。
- (b) この粒子の軌道(運動の道筋)を解答欄の図中に描け(少なくとも2回転以上)。ただし、解答欄中の方眼は B_1 の磁場中のラーマー半径 r_1 を一目盛りにして描かれている。

(2) 豆電球や白熱電灯のフィラメントのような電流を流すとその温度が大きく変化する導体では、温度上昇に伴い導体の抵抗値も大きく変化するため、豆電球を流れる電流は豆電球の両端の電圧に比例しない。図2は、ある2つの豆電球A、Bの電流—電圧特性を示したものである。以下の問いに答えよ。

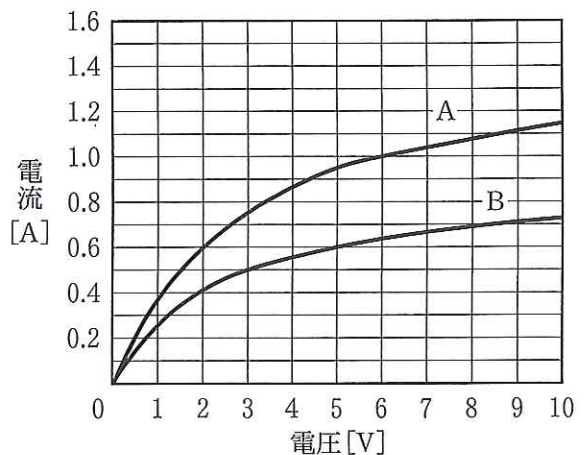


図2

- (a) 図3のように豆電球Aに、一定の内部抵抗 r をもち起電力 V_E が可変の電源を接続し、 V_E を 8 V にしたところ、 1.0 A の電流が流れた。

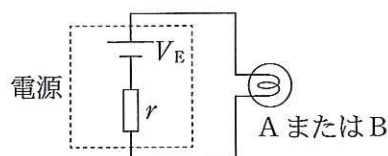


図3

- (i) 豆電球Aの両端の電圧は何Vか答えよ。
- (ii) 電源の内部抵抗 r は何 Ω か答えよ。
- (iii) 豆電球Aを豆電球Bに交換し、電源内起電力 $V_E = 4\text{ V}$ を印加したとき、回路を流れる電流は何Aか。解き方とともに答えよ。

以降同じ電源を使用するものとする。

- (b) 図4に示すように、豆電球Aと豆電球Bを並列に接続し、さらにそれらと直列に 3Ω の抵抗を接続する。このとき、豆電球Bの消費電力を 3.0 W とするには、電源内起電力 V_E を何Vにすればよいかを考える。

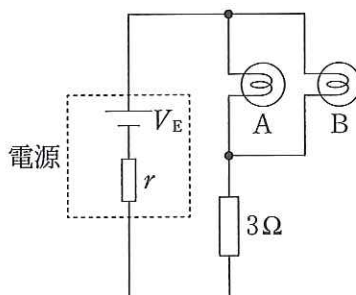


図4

- (i) 豆電球Bの両端の電圧と流れる電流はそれぞれいくらか答えよ。
- (ii) 豆電球Aを流れる電流 I_A は何Aか答えよ。小数第2位まで求めよ。
- (iii) 電源内起電力 V_E を何Vにすればよいか、解き方とともに数値は小数第2位まで答えよ。

- 3 次の説明文内の空欄(ア)~(テ)に適切な語句、文字、数値、数式を入れよ。
(ク)~(サ)および(テ)については解き方も示せ。

図のように、水平に置かれた硬くて厚い透明な平面ガラスの上に、曲率半径が R の厚いガラス製平凸レンズの凸面を下にして重ねる。ここで曲率半径とは、凸面が点 O を中心とする球面の一部であるときの半径を指す。平凸レンズへ向けて真上から空気中での波長が λ の単色光を入射させると、平凸レンズの上方から見ても平面ガラスの下方から見ても、平凸レンズと平面ガラスの接点 A を中心とする同心円状の明環と暗環が交互に繰り返される縞模様が見られた。空気の屈折率は 1.0 で、平面ガラスと平凸レンズの屈折率は同じでかつ空気の値より大きい。図に示すように、平凸レンズの凸面上の点 B から鉛直下方へ平面ガラスの表面に下ろした垂線の足を点 C として、 $\overline{AC} = r$ 、 $\overline{BC} = d$ とする。ただし、 d は R や r より十分小さいものとし、平凸レンズ表面での光の屈折については考えなくてよい。

まず、平凸レンズの上方から見た場合の縞模様について考える。点 B に向かって平凸レンズへ真上から光を入射したとき、点 B を(ア)して点 C で反射された後、点 B を鉛直上方に向かって(ア)する光と点 B で反射された光が(イ)する。空気中から入射した光が、より大きな屈折率のガラス面で反射するときは固定端反射となるので、反射される光の位相は(ウ)だけずれる。したがって、これらの光が(イ)により強めあって明環になる条件と、弱めあって暗環になる条件は、 $m(m = 0, 1, 2, \dots)$ 、 λ および d を用いてそれぞれ、 $2d = (\text{エ})$ 、 $2d = (\text{オ})$ と書くことができる。これらの条件から同心円状の縞模様中心部の明暗は、 $m = 0$ の(カ)環に対応することがわかる。また、ある m に対応する暗環の半径を r に等しいと考え、直角三角形 OBD に三平方の定理を適用すると $R^2 = (\text{キ})$ を得る。ここで、 d が R や r に比べて十分小さいことを考慮すると、 $2d \approx (\text{ク})$ と近似でき、これを $2d = (\text{オ})$ と比べることにより、 λ 、 r 、 m を用いて $R = (\text{ケ})$ と書き表せる。用いた単色光の波長 λ は $6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ であり、 $m = 6$ のときの暗環の半径 r を実際に測定したところ、 $6.0 \times 10^{-3} \text{ m}$ であった。このことから、 d および R の数値は、それぞれ $d = (\text{コ})$ 、 $R = (\text{サ})$ と求めることができる。

次に、同じ波長の単色光を真上から入射して、平面ガラスの下方から見た場合の縞模様を考える。このときは、点 B 、 C を通過して平面ガラスを(ア)した光と、点 B を(ア)して点 C で反射された後、さらに点 B で鉛直下方へ反射されて平面ガラスを(ア)してきた光が(イ)する。したがって、 m と λ を用いると、明環ができる条件は $2d = (\text{シ})$ 、暗環ができる条件は $2d = (\text{ス})$ である。これらの条件から、平面ガラスの下方から見た場合、縞模様の中心部は平凸レンズの上方から見た場合の明暗と(セ)になることがわかる。また、ある m に対応する(ソ)環の半径が、平凸レンズの上方から見た場合の同じ m に対応する明環の半径と比べて同じになることもわかる。

続いて、平凸レンズと平面ガラスの隙間をエチルアルコールで満たして、同じ波長の単色光を

真上から入射し、同様な観測を行った。現れた明環・暗環の縞模様の上方・下方から見える並び方は、隙間にエチルアルコールを入れていないときの並び方と(タ)であった。その理由は、エチルアルコールの屈折率 n はガラスの屈折率よりも小さいので、反射の際の光の位相のずれ方が、隙間にエチルアルコールを入れていないときと比べて(チ)であるからである。また、平凸レンズの上方から見た場合の、 $m = 6$ のときの暗環の半径は $5.1 \times 10^{-3} \text{ m}$ で、平凸レンズと平面ガラスの隙間にエチルアルコールを入れていないときの半径に比べて小さくなった。この理由は、光の波長がエチルアルコール中では空気中での λ 値に比べて(ツ)倍になるからである。

最後に、これらの観測結果から、 n を数値的に求めることができ、その値は $n =$ (テ) となった。

