

平成 30 年度入学試験問題

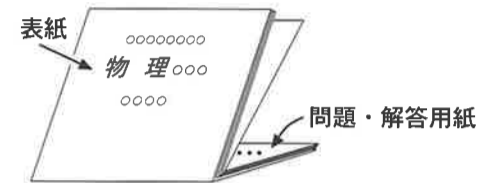
物 理 301

(前 期 日 程)

表紙も問題・解答用紙も全て
表面のみに印刷している。

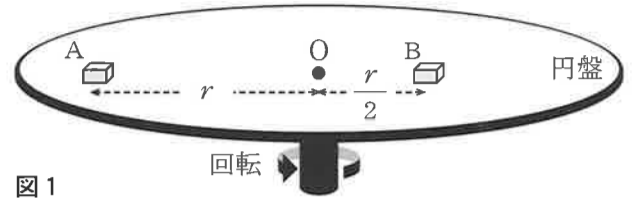
(注意事項)

- 1 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題・解答用紙は 3 枚である。
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答開始後、すべての問題・解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 4 解答は、問題・解答用紙の指定された解答箇所に書くこと。
- 5 解答を導く過程で必要な式と計算は、〔式と計算〕と表示がある箇所に書くこと。
- 6 表紙および問題・解答用紙の裏面を計算のために用いてもよいが、それらは採点しない。
- 7 表紙を含め、配布した用紙はすべて回収する。



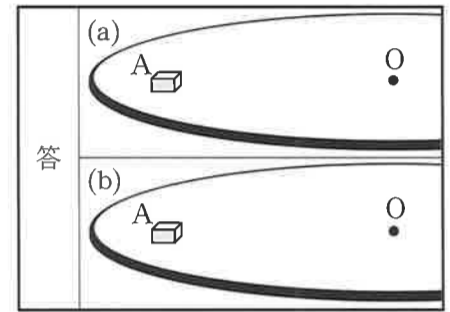
物 理 301 その1

第1問 図1のように水平に回転可能な円盤上に、中心Oから r の位置に質量 M の物体Aを、 $\frac{r}{2}$ の位置に質量 M の物体Bを置く。AとBの大きさ、および空気抵抗は無視できるとする。円盤と物体の間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度を g とし、以下の問いに答えよ。



[1] 円盤を角速度 ω_1 で回転させると、AとBは円盤と共に滑らず回転を始めた。

問1 (a) 円盤の外にいる観測者、および (b) 円盤上で共に回転している観測者から見た場合のAに働く力を考える。(a)と(b)の場合について、Aに働いている力を、①重力、②静止摩擦力、③遠心力、④垂直抗力のうちから必要なものを全て選び、その名称の番号を、その力の向きを表す矢印とともに、解答欄の図中に記入せよ。



問2 Aに働いている静止摩擦力 f_A の大きさを、 ω_1 、 μ 、 g 、 M 、 r のうちから必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

問3 円盤の角速度を ω_1 からゆっくりと増加させると、 ω_2 を越えたときにAだけが滑り出した。このときの ω_2 を、 μ 、 g 、 M 、 r のうちから必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

[2] 円盤の回転を止めてAを元の位置に戻し、図2のようにA、O、およびBが同一線上になるように配置し、AとBを軽く丈夫なひもでたるまないように結んだ。

問4 円盤を角速度 ω_2 よりわずかに大きい ω_3 で回転させる。このときのBに働いているひもの張力 T と静止摩擦力 f_B の大きさを、 ω_3 、 μ 、 g 、 M 、 r のうちから必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

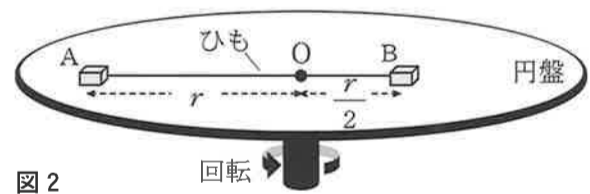


図2

答	T :
答	f_B :

問5 円盤の角速度を ω_3 からゆっくりと増加させると、AとBが共に同じ方向に滑り出した。AとBに働く静止摩擦力 f_A 、 f_B に関する記述のうち、正しいものを次の①～⑤のうちからすべて選べ。

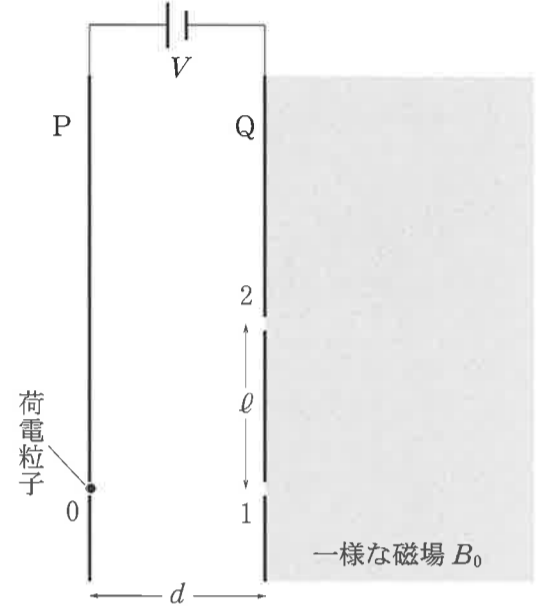
- | | |
|--|--|
| ① 滑り出す直前の f_A は中心Oの方向に向いている。 | ④ 角速度を ω_3 から滑り出す直前まで増加させている間に、 f_B の向きが反転する。 |
| ② 滑り出す直前の f_B は中心Oの方向に向いている。 | |
| ③ 滑り出す直前の f_A と f_B の大きさは共に最大摩擦力の大きさになる。 | ⑤ ①～④はすべて誤っている。 |

答	
---	--

小 計	点
-----	---

物 理 301 その2

第2問 荷電粒子（イオン）の質量分析の原理について考えてみよう。右図のように極板間が d だけ離れた平行な電極板 P と Q の間に電池をつなぎ、電位差を V に保った。正電荷 $+e$ 、質量 M の荷電粒子 A を電極 P のスリット 0 の位置に静かに置くと右向きに加速され、荷電粒子 A は電極 Q 中のスリット 1 から速さ v_0 で右向きに飛び出した。電極 Q の右側の空間だけに磁束密度 B_0 の一様な磁場がかかっている。一様な磁場の中で荷電粒子 A は速度の向きを変え、距離 ℓ だけ離れたスリット 2 を左向きに通過した。装置全体は真空中に置かれており、地球の磁場と重力の影響は無視できるものとし、以下の問いに答えよ。



問1 平行な電極板 P と Q の間で荷電粒子 A に働く力の大きさを、 d 、 V 、 e 、 M のうちから必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

問2 速さ v_0 を、 d 、 V 、 e 、 M のうちから必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

問3 一様な磁場 B_0 の向きについて正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選び、荷電粒子 A の質量 M を、 e 、 v_0 、 B_0 、 ℓ のうちから必要なものを用いて表せ。

- ① 右向き、② 左向き、③ 上向き、④ 下向き、
 ⑤ 紙面に垂直に表から裏の向き、⑥ 紙面に垂直に裏から表の向き

[式と計算]

	向き	
答	M	

問4 スリット 2 を通過した後の荷電粒子 A の運動（軌跡）を図中に実線で描き、軌跡に沿って運動方向を矢印で記入せよ。

問5 正電荷 $+2e$ 、質量 M の荷電粒子 B を、スリット 0 の位置から荷電粒子 A と同じ軌跡を通り、スリット 1 とスリット 2 を通過させるためには、磁場の強さを B_0 の何倍にすればよいか。

[式と計算]

答	
---	--

問6 負電荷 $-2e$ 、質量 $2M$ の荷電粒子 C を、スリット 0 の位置から荷電粒子 A と同じ軌跡を通り、スリット 1 とスリット 2 を通過させる条件を考える。電池の向きと電位差の大きさ、磁場の向きと大きさを初めの設定からどのように変化させればよいか、30 字以内で記述せよ。初めの設定からの変更は、なるべく少なくすること。

[式と計算]

	5	10	15	
答				

小 計	点
-----	---

物 理 301 その3

第3問 図1は波長が $\lambda = 4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ の青色レーザー光源を使って、光の反射や屈折を観測する装置である。直交する x 軸、 y 軸がとってあり、原点を中心に円が描いてある。屈折率が n の半円形ガラス板を、図1のように平らな面を x 軸にそろえ、その面の中央を原点にそろえておく。 y 軸となす角度が 0° から 360° の円周上の任意の点Pにレーザー光源をおき、原点に向かってレーザー光をあてることができる。点Pの位置を 0° から 90° の範囲で移動し、入射角 θ_1 を変化させレーザー光をあてると、原点でガラス表面にあたった光の一部は屈折し、円周上の点Qに到達する。屈折角は θ_2 である。 θ_1 と θ_2 の値を測定し、表1の結果を得た。空気の屈折率を1.0とし、以下の問いに答えよ。

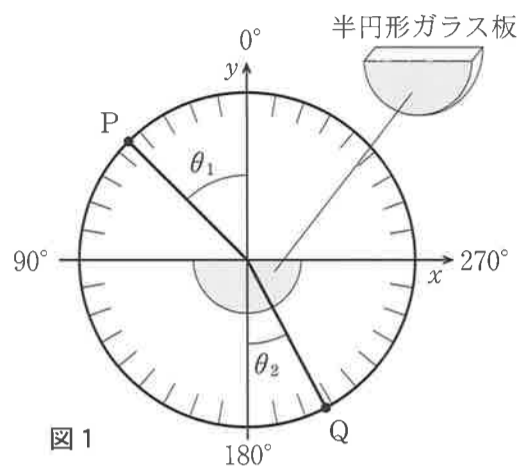


表1

$\theta_1(^{\circ})$	$\theta_2(^{\circ})$
0	0
12	8
30	19
44	28
64	37

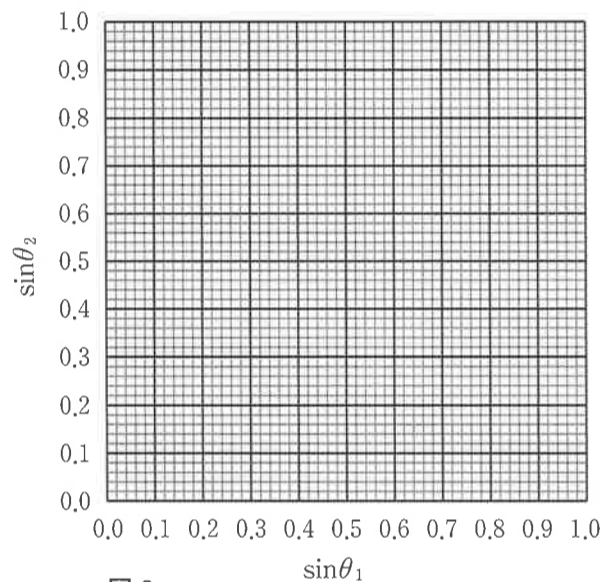


図2

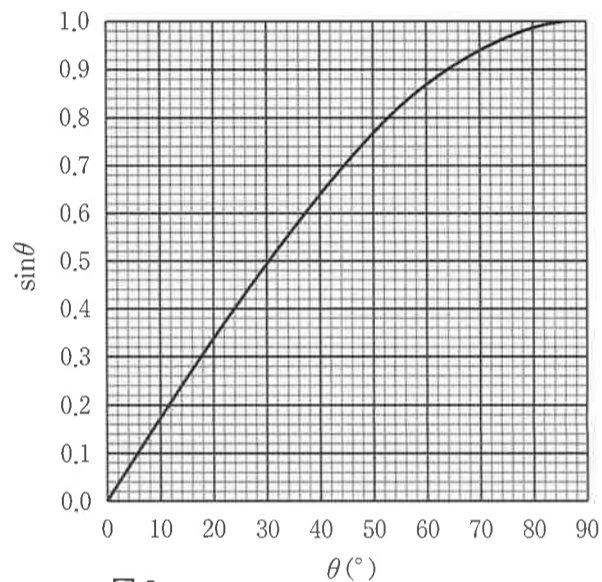


図3

問1 図2は横軸を $\sin\theta_1$ 、縦軸を $\sin\theta_2$ としたグラフである。屈折に関する表1の測定結果を、黒丸ではっきりとわかるように図2に描け。 $\sin\theta$ の値は、図3に示されている。

問2 問1の測定結果から $\sin\theta_1$ と $\sin\theta_2$ のあいだに成り立つ関係式を示せ。

[式と計算]

答	
---	--

問3 光に関する屈折の法則の式を示し、この測定結果から半円形のガラス板の屈折率 n を求めよ。

[式と計算]

答	式：	n ：
---	----	-------

問4 空気中およびこの実験で使用したガラス板中の光の波長、速さ、振動数をすべて求め、①～④の欄をうめよ。

[式と計算]

		波長	速さ	振動数
答	空気中	$4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$	$3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$	①
	ガラス板中	②	③	④

問5 光源の位置Pを 0° から 360° まで変化させレーザー光をあてたときに、全反射がおこる点Pの取りうる角度の範囲をすべて示せ。

[式と計算]

答	
---	--

小 計	点
-----	---