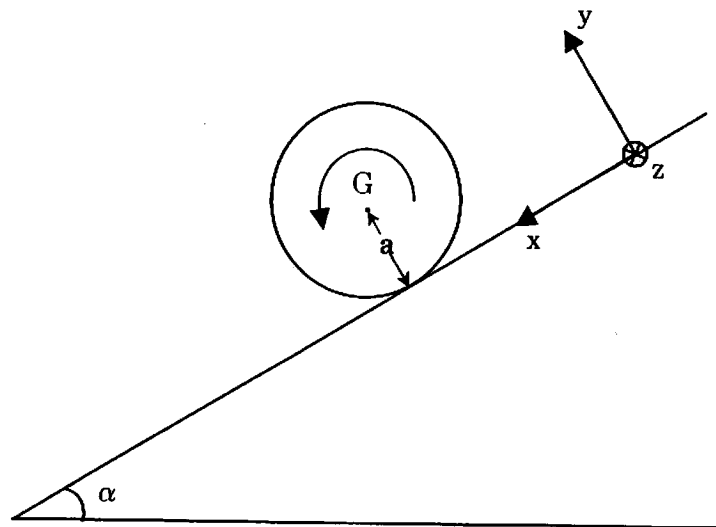


平成15年度東北大学工学部編入学試験問題

物 理

1. 質量 M 、密度が一様な半径 a の球が静止摩擦係数 μ の斜面上（水平面と角度 α をなす。）を静止の状態から静かに、滑ることなく転がる場合を考える。重力加速度を g とする。斜面に沿って下向きに x 軸、斜面に垂直上方に y 軸、斜面に沿って x 軸、 y 軸に垂直に z 軸をとる。

- (1) 斜面と球の間の摩擦力を F として、球の重心 G の x 軸方向についての運動方程式を求めよ。
- (2) 球が斜面から受ける抗力を R とする。 R を求めよ。
- (3) 球の重心 G を通り、 z 軸に平行な軸の周りについての慣性モーメントを I_G とし、また球の回転の角速度を ω としたとき、重心 G を通り z 軸に平行な軸の周りの運動方程式を求めよ。
- (4) 重心 G の速度と球の角速度についての関係を求めよ。
- (5) (1), (3), (4) の結果を用いて、摩擦力 F を求めよ。
- (6) 角度 α を大きくしていくと、ある角度 α_m で球は滑りはじめる。(2), (5) の結果を用いて、 $\tan(\alpha_m)$ を求めよ。



静止摩擦係数 coefficient of static friction

物理

2. 以下の問に答えよ.

(1) ある一巻のコイルを貫く磁束 ϕ が, 時間 Δt の間に $\Delta\phi$ だけ変化するとき,

$$V = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

という式が成り立つ.

- ① 左辺の V はどういう物理量を表わすか.
 ② この式の物理的意味を右辺のマイナス符号の意味も含め簡単に説明せよ.

(2) 一様な磁界の中で半径 r の導線の円環が, 図1のように磁界に垂直に置いてあり, 電気抵抗 R の抵抗器がつながれている. この磁界の磁束密度 B は時間 t とともに一様に $B = B_m \sin \omega t$ のように変化する. また, 磁界は円環の部分のみに存在し, 導線の抵抗は無視できるとする.

- ① 抵抗に流れる電流 I を求めよ.
 ② 磁束密度 B と電流 I の時間変化の概略を解答用紙の図枠に書き入れよ.

(3) 図2のように, 細長い棒磁石を中央部に埋め込んだ木製の箱を, 水平面から角度 θ だけ傾けた滑らかな板 (厚さ d) の端に静かに置き, 箱が斜面を滑って A 点に到達するまでの時間 T を計測する実験を行った. その結果, 板の材質がガラスと銅の場合では, 後者の場合に T が大きくなった.

① その理由を以下のように考察するとき, 文中の (A)~(J) にあてはまる言葉を入れよ. ただし棒磁石から出る磁束は, その磁極付近 (板内部の点 P, Q を含む) では棒磁石の長手方向に平行で, 磁束線も互いに平行であるとする.

「図2の状態から微小な時間 Δt が経過して箱が微小距離滑り落ちた時, 点 P における磁束密度は (A) し, 点 Q の磁束密度は (B) する. これによって銅板内の点 P, Q の近傍では各々局所的に (C) が流れ, その向きは棒磁石側から見て, 点 P 近傍では (D), 点 Q 近傍では (E) である. (C) によって新たに生ずる磁束は板面に垂直で, 棒磁石側を上向きとすると, 点 P 近傍では (F) 向き, 点 Q 近傍では (G) 向きとなる. 従って点 P 近傍では (H) 極を上向き, 点 Q 近傍では (I) 極を上向きとするような微小磁石が各々一時的に作られるとみなせる. これらの微小磁石と棒磁石の間に (J) の法則によって力が働くため, 箱の滑り運動が抑制され, 銅板の場合には T が大きくなる.」

② 上と同じ実験を, 厚さ $2d$ の銅板で行ったとき, 厚さ d の銅板の場合と比べて T の大小関係はどうなるか, 理由をつけて答えよ.

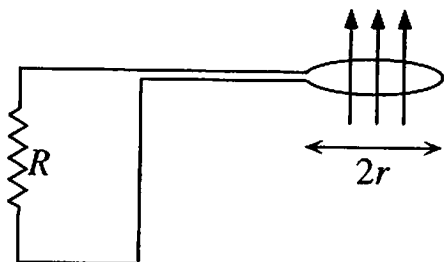


図1

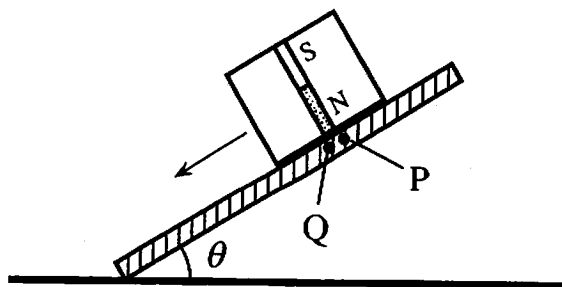


図2

平成15年度東北大学工学部編入学試験問題

物理

3. 図1は、均一な厚さ d で透明な膜が空気中に平面状におかれていることを示す断面図である。膜の空気に対する屈折率は n ($n > 1$) とする。この膜の面に垂直な直線に対して角度 θ の方向から周波数 f の単色平行光線 I, II が入射する場合を例にして、膜による光の干渉を考える。

以下の問に答えよ。

- (1) 空気中の光速を c としたとき、空気中での波長 λ 及び膜中の波長 λ' を求めよ。
- (2) 図1に、光線Iが膜の表面A点に入射したのち屈折して裏面B点に達する光線Iの経路が示してある。距離ABを求めよ。
- (3) 光線IIは、膜の裏面B点に達した後、一部は屈折し空気中に出るが、残りは反射し、再び膜表面に達する。この点をCとするとき、距離ACを求めよ。
- (4) 光線Iのうち、膜表面C点から空気中に出る光を光線I'とし、膜表面C点で再度反射し、裏面から空気中に出る光を光線I''とする。これらを解答用紙に図示せよ。記入にあたっては定規を使用する必要はないが、屈折角、反射角は、図1中の θ , ϕ を用いて表せ。
- (5) 光線IIは膜表面C点に入射するものとし、光線IIの反射光と光線I'とが干渉し強めあう条件を求めよ。
- (6) C点から入射した光線IIのうち、膜を透過し裏面から空気中に出た光と、光線I''とが干渉し強めあう条件を求めよ。

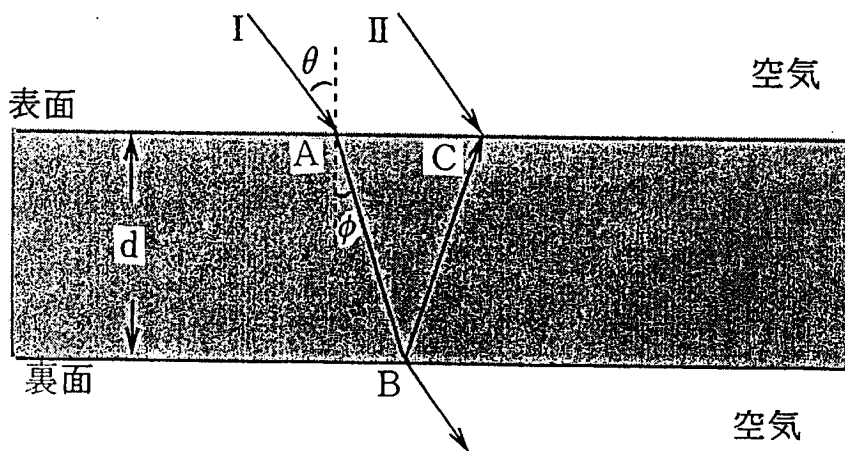


図1

単色平行光線 : monochromatic parallel light, 干渉 : interference