

## 入試問題・出題意図

理学部  
繊維学部

後期日程

【後期日程 理科（物理）】

### 平成24年度入学試験問題

# 理 科

#### 注 意 事 項

1. この問題冊子は試験開始の合図があるまで開いてはいけない。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっているので、解答はすべて解答用紙の指定されたところに記入すること。
3. 学部名、受験番号を解答用紙の指定されたところへ必ず記入し、決して氏名を書いてはいけない。
4. この問題冊子は、36ページある。ページの脱落等があった場合は監督者に申し出ること。
5. 理学部の受験者は、出願の際選択科目として届け出た1科目又は2科目を解答すること。
6. 繊維学部の受験者は、出願の際選択科目として届け出た1科目を解答すること。
7. 下書きには問題冊子の中の余白を使用すること。
8. この問題冊子は持ち帰ること。

## 後期試験（物理）の出題意図

- 1 ケプラーの法則を円運動の場合に解く問題である。  
運動に関する基本的な物理量（速さ、エネルギー、角速度、周期など）を把握し、それらの間の関係を正しく理解しているかを問う。また万有引力の性質を用いてケプラーの第三法則に至る道筋を問うている。物理学上の大きな発見を自らの手で計算している。
- 2 電気回路に関する問題である。コンデンサーやコイルという基本素子の理解しているかを問う。コンデンサーの充電と、LC回路上の放電現象を組み合わせる振動電流について理解しているかを問うている。電流と電荷、エネルギーなどの相互関係の理解も必要としている。
- 3 熱エネルギーが衝突現象によって生まれる場合の問いである。単純なモデルによる計算により小球の衝突が熱エネルギーに変換され、我々には温度上昇として観測される事を題材にして、速さや反発（はねかえり）係数という運動の用語と温度に至る関係を理解できているかを問題としている。
- 4 異なる媒質の間での光の全反射と屈折という現象の理解を問う。それぞれの過程のしっかりした理解を求め、最終的に論理的に整合性のある結論に至る事ができるかどうかを問うている。

## 物 理

**1** 図1のように、人工衛星が地球のまわりを等速円運動している。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、万有引力定数を  $G$ 、地球の質量を  $M$ 、人工衛星の質量を  $m$ 、人工衛星の円運動の半径を  $r$  とする。

- ① 人工衛星の速さ  $v$  を求めよ。
- ② 人工衛星の運動エネルギー  $K$  を求めよ。
- ③ 人工衛星の力学的エネルギー  $E$  を求めよ。ただし、人工衛星が無限遠にあるときの万有引力による位置エネルギーを  $0$  とする。
- ④ 人工衛星の円運動の角速度  $\omega$  を求めよ。
- ⑤ 人工衛星の円運動の周期  $T$  を求めよ。
- ⑥  $\frac{T^2}{r^3}$  を求めよ。

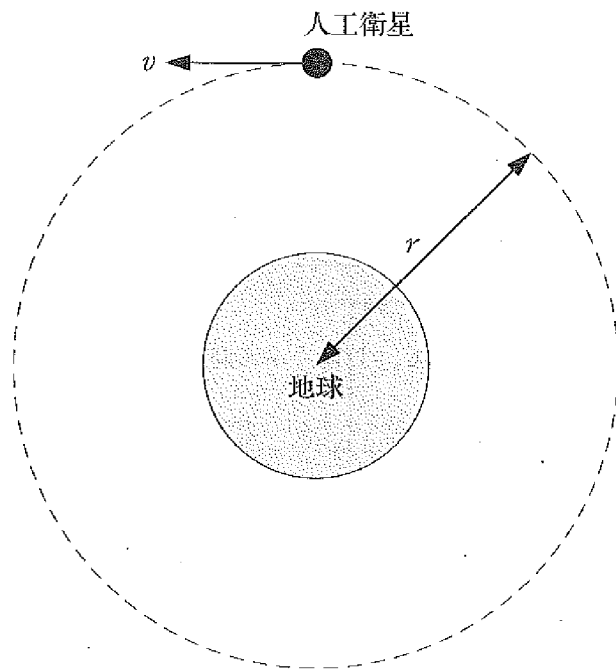


图 1

2 図2のような起電力  $V[V]$  の電池，抵抗値  $R[\Omega]$  の抵抗，自己インダクタンス  $L[H]$  のコイル，電気容量  $C[F]$  のコンデンサー，スイッチからなる電気回路がある。最初にコンデンサーには電荷が蓄えられていなかったとする。また電池の内部抵抗やコイルの抵抗の影響，および電磁波として放出されるエネルギーは無視できるものとして，以下の問いに答えよ。解答には単位もつけよ。

- (A) スイッチをA側に接続して，じゅうぶん時間が経過したとき，回路を流れる電流の大きさを求めよ。
- (B) このとき，コンデンサーの両端の電圧を求めよ。
- (C) このとき，コンデンサーに蓄えられるエネルギーを求めよ。

次にスイッチをB側に接続すると，振動電流が流れた。

- (D) 振動電流の大きさの最大値を求めよ。
- (E) スイッチをB側に接続してから振動電流の大きさが最初に最大になるまでにかかる時間を求めよ。
- (F) 振動電流が最大のとき，コンデンサーに蓄えられている電荷の大きさを求めよ。

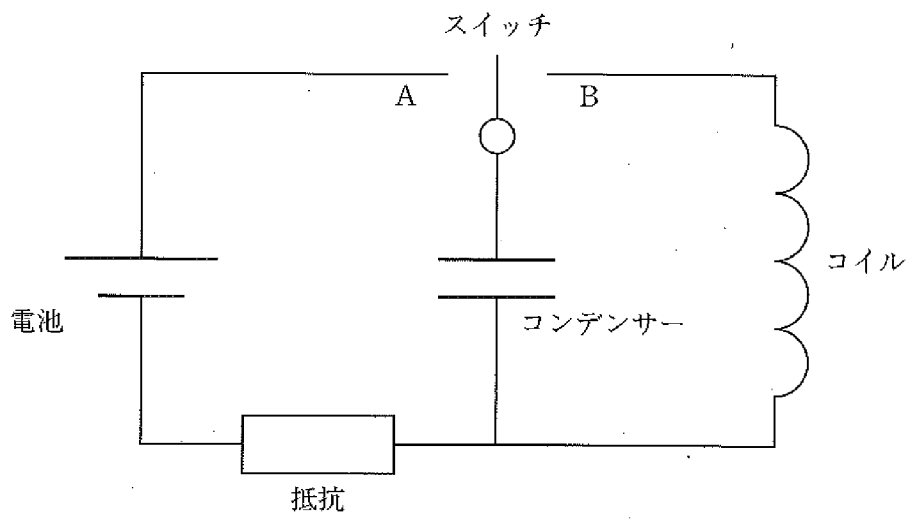


図 2

**3** 図3のように壁に垂直に小球が衝突している。小球は壁に向かって速さ  $v_0$  で等速直線運動し、壁と非弾性衝突した後、入射方向と反対向きに飛び去るとする。壁と小球の反発係数を  $e$  とし、小球の衝突による壁の移動や変形はなく、壁は小球の衝突以外に熱や仕事の受け渡しをしないとする。また小球同士の衝突や重力の影響は考えなくてよいとして以下の問いに答えよ。ただし、小球1個の質量を  $m$  とする。

- (1) 壁と衝突後の小球の速さ  $v_1$  を  $v_0$ ,  $e$  を使って表せ。
- (2) 壁に衝突する前の小球の運動エネルギーを  $E_0$ , 壁に衝突した後の小球の運動エネルギーを  $E_1$  として,  $E_0$  と  $E_1$  を  $v_0$ ,  $e$ ,  $m$  を使って表せ。

$E_0$  と  $E_1$  の差を、衝突によって小球1個から壁に与えられたエネルギーとする。

- (3) 同じ速さ  $v_0$  の小球  $N$  個が壁に衝突したとして、小球から壁に与えられたエネルギーの総量  $Q$  を  $v_0$ ,  $e$ ,  $m$ ,  $N$  を使って表せ。
- (4) 小球の衝突によって壁の温度が  $T_0$  から  $T_1$  に変化したとする。  $Q$  が全て壁の温度変化に使われたとして、壁の熱容量  $C$  を  $v_0$ ,  $e$ ,  $m$ ,  $N$ ,  $T_0$ ,  $T_1$  を使って表せ。
- (5)  $m = 4.82 \times 10^{-23}$  g,  $N = 6.02 \times 10^{23}$  個,  $T_0 = 27.0^\circ\text{C}$ ,  $T_1 = 30.0^\circ\text{C}$ ,  $v_0 = 508$  m/s,  $e = 0.800$  として、熱容量  $C$  [J/K] の値を求めよ。

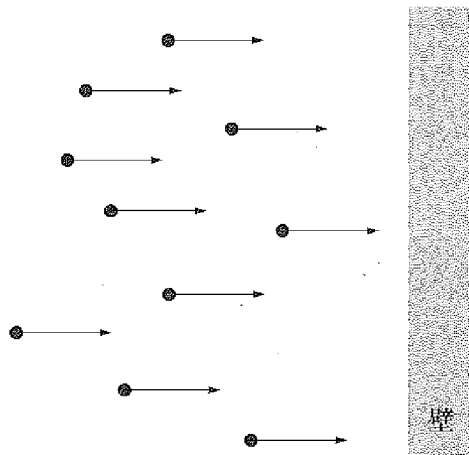


图 3

4 図4のように、屈折率  $n_A$  の媒質Aから屈折率  $n_B$  の媒質Bとの境界面Pに、入射角  $\theta$  で入射する光線がある。この光線が境界面Pで全反射をし、屈折率  $n_C$  の媒質Cとの境界面Qで屈折する場合を考える。ただし  $n_A > n_C$  とする。以下の問いに答えよ。

(a) 境界面Pにおいて光線が全反射するためには  $n_A$  と  $n_B$  のどちらが大きいかわか  
答えよ。

(b) 境界面Pにおいて全反射するときの臨界角を  $\alpha$  として、 $\sin \alpha$  を  $n_A$ ,  $n_B$  を  
用いて表せ。

(c) 境界面Qでの光線の屈折における入射角を  $i$ , 屈折角を  $\phi$  とする。このとき  
 $\sin \phi$  を  $i$ ,  $n_A$ ,  $n_C$  を用いて表せ。

(d) 境界面Qで全反射しないための  $\sin i$  の条件を  $n_A$ ,  $n_C$  を用いて表せ。

(e) 境界面Qで光線が全反射しないで媒質Cに抜けてくるために、 $\sin \theta$  が満た  
すべきすべての条件を  $n_A$ ,  $n_B$ ,  $n_C$  を用いて表せ。

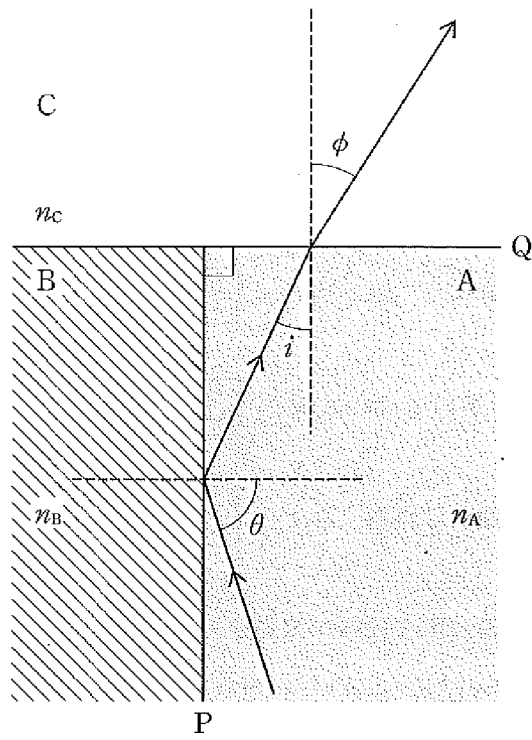


图 4