

大阪大学・大学院理学研究科
博士前期課程（宇宙地球科学専攻・第2次募集）入学試験問題

小論文

（2011年10月29日 11時00分～12時30分）

次の〔1〕から〔4〕までの問いから2問を選択して解答せよ。各問には別の解答用紙を用い、解答用紙上部にある問題番号の欄に選択した番号を記入すること。

[1] 自重を持つなめらかに曲がる鎖が、鉛直方向に運動を行う場合を考える。以下では、 $z = 0$ を基準面、鉛直下向きを z 軸の正の向きとする。重力加速度の大きさ g は一定で、空気抵抗は考えない。以下の設問に答えよ。なお、鎖を構成する個々の輪は荷重をかけても変形しない。

[設定 1]

図 1 のように、全長 L 、質量 m の鎖が、なめらかな基準面上 ($z = 0$) に一直線に置かれており、その一部が基準面の端にある A 点から、 z_0 だけ垂れ下がっている。この状態から鎖が摩擦無く、初速度ゼロで落下し始めたものとする。

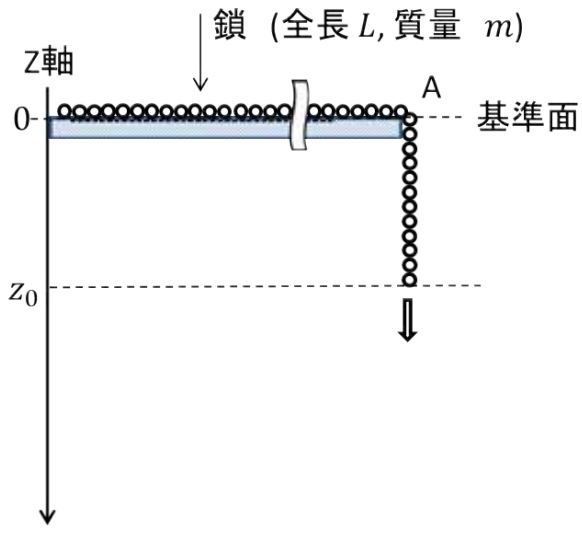
- (1) 鎖の先端が、 z (但し、 $L \geq z \geq z_0$) だけたれ下がったときの速度 $v(z)$ を求めよ。
- (2) 落下開始時を時刻ゼロとして、すべての鎖が基準面から離れるまでの時間を求めよ。

必要なら $\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$, $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 - a^2}} = \cosh^{-1} \frac{x}{a} + C$ ($x > a$) (C は積分定数) を用いよ。

[設定 2]

図 2 のように、全長 L 、質量 m の鎖が基準面の端である A 点に固定されており、鎖のもう一方の端は A 点の近傍で、 $z = 0$ である空中の A' 点に固定されている。残りの部分は、A 点から鉛直に垂れた状態で静止しており、C 点で折り返しているが、C 点における鎖の屈曲の曲率は十分小さく、この状態において鎖の両端 (A, A' 点) から C 点までの距離は、それぞれ鎖の全長の $1/2$ とみなせるものとする。ここで、A' 点に固定していた鎖を離し、初速度ゼロで落下させる。落下中の鎖の屈曲点 C' 点においても C 点と同様にその曲率は十分小さいものとする。鎖の摩擦や横揺れなどは無視できるものとする。

- (3) 図 2 において落ちている右側の鎖の速度が v のとき、屈曲点の z 座標が動く速度は、その半分であることと、屈曲部分を通じて右側から左側へ質量が移動していることがわかる。そこで、運動する鎖について落下する右側部分と左側に移る部分にわけて考え、右側部分について速度が $v \rightarrow v + dv$ と変化したときの外力を含めた運動量保存則を書け。
- (4) 固定されていない方の鎖の端が、 $0 \leq z < L$ にあるとき、その落下の加速度を表す式を示し、自由落下の場合と比べて議論せよ。



はじめの状態
図1

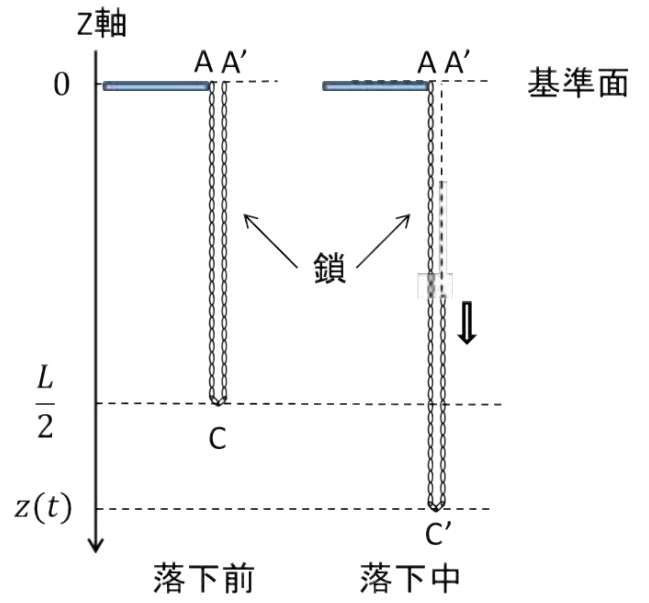


図2

[2] 以下の問い(ア)～(オ)から3問を選択してそれぞれ5～10行程度で論述せよ(図を用いてもよいが、行数には数えないこと)。また、選択した問いの記号を解答用紙に記入せよ。

(ア) 銀河系(天の川銀河)は、細部構造まで研究ができる特別な存在である。しかし、我々がその内側に位置しているために全体像を把握するのは最も難しい。これまでにわかっている銀河系の構造について、各構造部の名称を挙げ、どのような観測から明らかになってきたものか説明せよ。また構造の不定性を小さくするために鍵となる観測は何か議論せよ。

(イ) 褐色矮星とはどのような天体か?また、「褐色矮星砂漠」と呼ばれる観測結果はどのような事を示すのか説明せよ。

(ウ) 系外惑星を検出するには以下の5つの方法がある。これらのうち2つを選び、おのおの5行程度でその原理と長所、短所を説明せよ。

- ①. 視線速度法
- ②. トランジット法
- ③. 直接撮像法
- ④. アストロメトリー(位置観測)法
- ⑤. 重力マイクロレンズ法

(エ) これまでに600個以上の系外惑星が発見されているが、コア集積モデルのみでは説明のつかない惑星が多く発見されている。そのうち、ホットジュピターと呼ばれる軌道長半径の極めて小さな巨大ガス惑星について、どのように形成されたと考えられるか説明せよ。

(オ) 宇宙における固体物質を構成する元素の起源と輪廻について説明せよ。

[3] 以下の地球惑星物質に関する問い(ア)～(ケ)から3問を選択して、それぞれ5～10行程度で論述せよ(図を用いてもよいが、行数には数えないこと)。また、選択した記号を解答用紙に記入せよ。

- (ア) X線回折法の原理とその具体的な研究への応用例について述べよ。
- (イ) 一次と二次の相転移の違いを具体例を挙げて述べよ。
- (ウ) 高エントロピー相は高温で熱力学的に安定相であることを、ギブスの自由エネルギーを用いて示せ。また、このような多形の例を挙げよ。
- (エ) 鉱物にみられる同形と固溶体の関係について、具体的な例を挙げて述べよ。
- (オ) 結晶成長における核形成の役割について述べよ。これに関して、核形成を支配するパラメータについても触れること。
- (カ) 地球の核はどのような化学組成をもち、どのような状態であると考えられているか、またその推定法についても述べよ。
- (キ) 地球の上部マントルは主にカンラン岩で構成されていると考えられているが、その根拠を述べよ。
- (ク) 放射性元素の壊変を用いた年代測定法のひとつにアイソクロン法がある。この方法の測定原理および具体的な適用例について述べよ。
- (ケ) 酸素同位体の質量分別作用について述べ、これが地球物質と地球外物質を区別するのにどのように用いられているか述べよ。

[4] 以下の地球環境に関する事項(ア)～(ク)から3つを選択して、それぞれについて知るところを、5～10行程度で論述せよ(図を用いてもよいが、行数には数えないこと)。また、選択した記号を解答用紙に記入せよ。

(ア) 地球の生命原材料の起源と生命への化学進化に関する説

(イ) 生物の進化と地球環境変動の関係

(ウ) 地球の全球凍結仮説

(エ) 地球の化石燃料資源の生成機構

(オ) 地球の金属資源の濃集機構

(カ) 岩石の風化作用

(キ) 地球表層における環境汚染の広がりを支配する要因

(ク) 地球の気候変動の要因