物理学概論前期試験 (2000.9.21: 早川尚男教官)

1. 今世紀前半における物理学革命の内容を説明し、その社会的影響を述べよ。(2.(2),3.(1) の内容と重複しても構わない)。(40 点)

2. (1) 川が一様な流速 v で流れている。人が静水では速度 c で泳ぐ事ができるとする (但し $c > v$)。川幅を l として川幅と流れに平行に間隔 l 隔てられたポールを往復する時間を求めよ。また川を横断するのに要する時間を求めよ。但し出発、往復の際の加減速の効果は考えなくて良い。(15 点)

   (2) c を光速、v を絶対静止系における地球の相対速度の大きさとする。光が波であるとするニュートン力学が正しいとすれば (1) の時間差の影響が現れる筈であったが、実際の実験結果では検出できなかった。その実験結果の意味する事及び、それに伴って発展した理論について説明せよ。(15 点)

3. (1) ボーアの原子模型について説明し、その結果説明できた実験事実と古典力学との違いを指摘せよ。(10 点)

   (2) ボーアの原子模型では角運動量 L(円軌道を描くときは運動量 p と軌道半径 r の積に等しい) が $L = n\hbar$ を満たすと仮定した。但し $\hbar$ はプランク定数を 2π で割ったものであり、n は整数である。この条件を説明したのはド・ブロイであった。

   ド・ブロイは電子が波の性質を持つとして $2\pi r = n\lambda$ を示した。この条件式を説明せよ。但し λ は波長を表す。またアインシュタインが光子に対して用いた条件式 $p = h/\lambda$ を用いるとボーアの条件式が説明できることを示せ。(10 点)

   (3) 1 次元の微小領域 Δx に閉じ込められた電子波を考えることで、運動量の揺らぎ Δp との間に

   $$\Delta x \Delta p \geq h$$

   という不確定関係式が成立することを説明せよ。(10 点)