

平成15年度  
医学部医学科選抜入学試験問題（物理）

- 注意事項 1. この科目の問題用紙は2枚，解答用紙は1枚である。解答用紙には受験番号と氏名の記入を忘れないこと。  
2. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。  
3. 問題用紙は解答用紙とともに机上において退出すること。持ち帰ってはいけない。

【I】空所  をうめて文章を完成せよ。

問1 速度 10 m/s で直進する船がある。船の上に静止している質量 1.0 kg の球を船の進行方向に向かって、船に対して速度 10 m/s で投げ出した。球の運動エネルギーは球を投げる前後で  [J] 変化する。

問2 図1(a)は時刻  $t = 0$  [s] でのある正弦波の波形を表しており、図1(b)はその波による位置  $x = 0$  [m] での振動の様子を表している。この波を表す式は

$$y = \text{input} \sin 2\pi (\text{input} t - \text{input} x)$$

である。この波の速度は、 $x$  の正の向きを正とすると  [m/s] である。

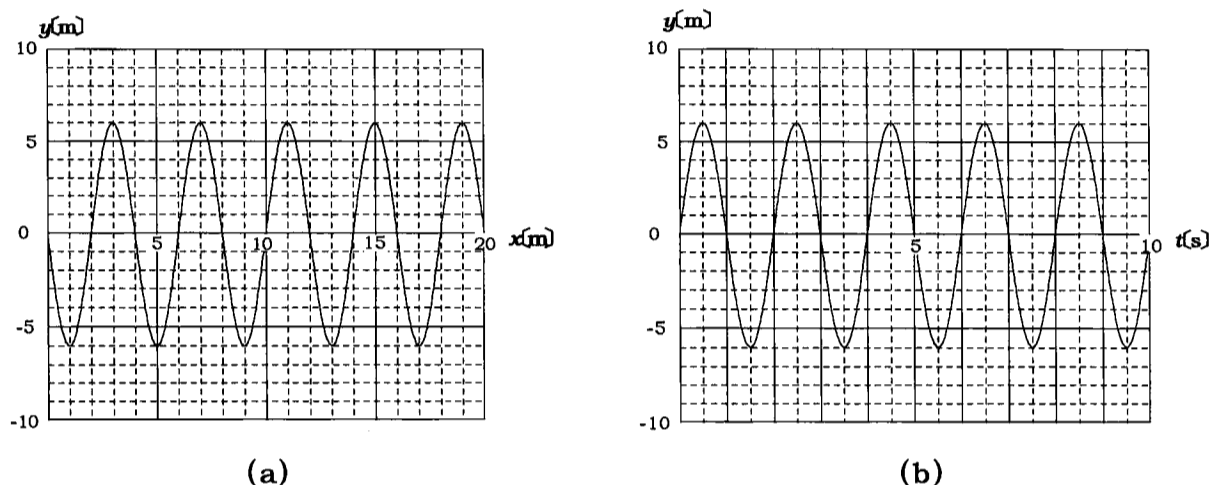


図1

問3 電気を通す2本の一様な丸棒 A, B がある。A と B は長さと同じで自由電子の密度が等しい。A の直径は B の2倍であり、A, B の両端に同じ電圧をかけたとき、A の自由電子の平均移動速度は B の  $\frac{1}{8}$  倍であった。A の電気抵抗は B の  倍であり、A, B の両端に同じ電圧をかけて電流を流したとき、単位時間に A の発生するジュール熱は B の  倍である。

問4  ${}^7_3\text{Li}$  の原子核の質量は 7.016u であるが、陽子の質量 1.007u, 中性子の質量 1.009u を用いると、質量欠損は  [u] である。光速  $c$  [m/s],  $1u = M$  [kg] を用いると、 ${}^7_3\text{Li}$  の原子核の結合エネルギーは  [J] である。

問5 図2のように、質量の無視できるおもり受けのついた鉛直に立っているばねに、質量  $m$  [kg] のおもりを静かに載せると、ばねは  $a$  [m] 縮んだ。力を加えて、さらに  $3a$  [m] (全体で自然長から  $4a$  [m]) 縮めた。加えた力を放し、ばねが自然長の長さに戻った瞬間におもりが持っている運動エネルギーは  [J] である。ただし、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

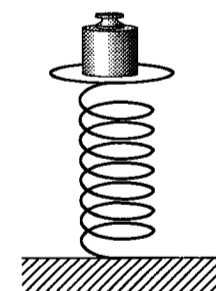


図2

問6 赤い光に対する屈折率が 1.89, 青い光に対する屈折率が 1.97 のガラスがある。このガラスでできた長さ 100 m の光ファイバーを、空気中に置いて、一端から赤い光と青い光を同時に重ねて入れた。光は光ファイバーの中を直進するものとする。他端から青い光の先端が出てきた瞬間、赤い光の先端は空気中  [m] 先にある。ただし、空気中での光の速度を  $3.0 \times 10^8$  m/s とする。

【II】空所  をうめて文章を完成せよ。

図3のような、外部と断熱された円筒容器がある。容器は体積の等しい2つの部分A、Bに隔壁でしきられている。隔壁には穴があり、ふたで閉じられている。同じ単原子分子の理想気体がAに2.0 mol、Bに1.0 mol入っている。ただし、気体定数は  $8.3 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ 、アボガドロ数は  $6.0 \times 10^{23} \text{ 1/mol}$  とする。

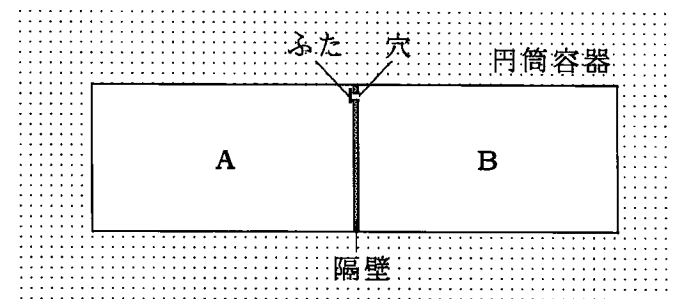


図3

問1 最初、気体の温度はA、Bともに300 Kであり、Aの圧力は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  であった。Bの圧力は  [Pa] であり、A、Bの体積の合計は  [ $\text{m}^3$ ] である。

問2 Aにある気体の分子1個あたりの平均の運動エネルギーは  [J] である。

問3 AとBの気体の内部エネルギーの合計は  [J] である。

問4 隔壁のふたを開けたところ、A、Bの温度および圧力がともに等しくなった。このときの温度は  [K] であり、圧力は  [Pa] である。

【Ⅲ】空所  をうめて文章を完成せよ。

図4のように、真空中に一对の平行平板型の電極が置かれている。電極間の距離は8.0 cm、電極間の電圧は24 Vであり、電極間の電界は一様とする。この両電極から等しい距離の点Pに向かって、単原子分子の気体をノズルを通して導入し、点Pにある分子にだけ当たるように光を照射する。点Pからそれぞれの極板に下ろした垂線と極板との交点の位置に小さな穴を開けて、その両方の外側に検出器を置き、点Pから極板に対して垂直方向に運動し、穴を通り抜けた電子とイオンを検出する。

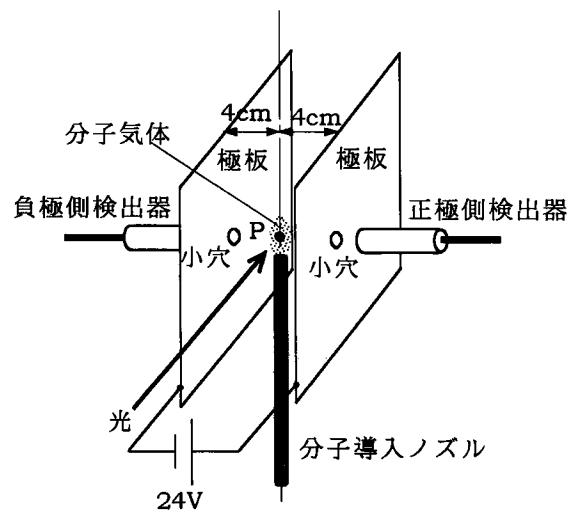


図4

問1 電極間の電界の強さは  1  [V/m] である。

問2 光の波長を短くしていくと、ある波長になったとき、分子は光のエネルギーを吸収して、電子と1価の正イオンに電離する。電離した直後の電子とイオンの速度は0 m/sとみなす。電界により加速され、検出される電子の運動エネルギーは  2  [J] であり、速度は  $2.0 \times 10^{\text{3}}$  [m/s] である。ただし、電気素量を  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、電子の質量を  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  とする。

問3 電界によるイオンの加速度を、イオンの質量  $M$  [kg]、電気素量  $e$  [C]、電界の強さ  $E$  [V/m] を用いて表すと  4  [m/s<sup>2</sup>] となる。点Pから極板の穴に到達するのにかかる時間を調べたところ、イオンは電子の400倍の時間がかかった。イオンの質量は電子の質量の  5  倍である。

問4 電離が始まったときの光の波長は、 $2.0 \times 10^{-7} \text{ m}$  であった。電離に必要なエネルギーは  6  [J] である。ただし、プランク定数を  $6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、光速を  $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  とする。

問5 さらに短い波長の光を分子に短時間照射し、初速度  $v_0$  [m/s] をもった電子を同時に多数発生させる。図5のように、直接正極の穴に向かって放出された電子が正極の検出器で検出されるまでの時間と、負極の穴に向かって放出されて負極の手前で折り返した電子が正極の検出器に届くまでの時間との時間差を、 $v_0$ 、 $m$ 、 $e$ 、 $E$  を用いて表すと  7  [s] となる。

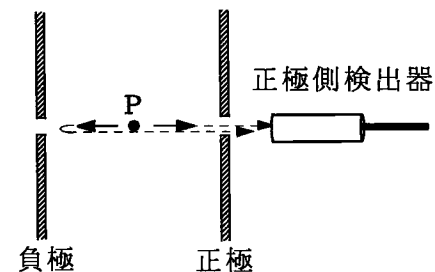


図5

問6 静止した分子が電離すると、電離直後の電子の運動エネルギー  $E_e$  と、イオンの運動エネルギー  $E_i$  の比は、電子の質量  $m$  とイオンの質量  $M$  を用いて、 $\frac{E_e}{E_i} = \text{8}$  と表される。