平成２８年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文　訂正　P.2

化学（その１）

$\boxed{2}$

$\boxed{誤}$　塩化鉄（Ⅲ）氷溶液

　→　$\boxed{正}$　塩化鉄（Ⅲ）水溶液

問題文　訂正　P.7

生物（その１）

$\boxed{1}$（4）問 10

$\boxed{誤}$　伝達様式な何　→　$\boxed{正}$　伝達様式は何

問題文　訂正　P.14

物理（その１）

$\boxed{1}$

$\boxed{誤}$　図３－ｂ　→　$\boxed{正}$　図３ｂ

物　理（その１）

1 以下の文章を読み，質問に答えなさい。

気体原子が射出あるいは吸収する光のスペクトルはとびとびの細い線からなり，線スペクトルと呼ばれる。図１は水素原子の線スペクトルで，波長の長い４本の線スペクトルについてはその色と波長を示した。これらの水素原子の線スペクトルの波長 λ は次の式で一般的に整頓される。

$$\frac{1}{\lambda} = R_{\mathrm{H}}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \tag{1}$$

n_1，n_2 は $n_2 > n_1 \geqq 1$ を満たす整数値をとる。ただし R_{H} はリュードベリ定数と呼ばれ次の値を持つ。

$$R_{\mathrm{H}} = 1.097 \times 10^7\,\mathrm{m}^{-1} \tag{2}$$

ボーアに従って，水素の線スペクトルを説明する式(1)を理論的に求めてみよう。まず水素原子は半径が 10^{-14} m 程度の大きさの正電荷 $+e$ を持つ原子核のまわりを，負電荷 $-e$ を持つ電子が等速円運動をしていると考えた。それが図２である。さらに，質量 m，速さ v，電気量 $-e$ を持った電子のとりうる円軌道は，電子の持つ運動量と軌道の半径の積 mvr が $\frac{h}{2\pi}$ の整数倍をとるときだけ可能であると仮定した。すなわち図３ａに示す面積 mvr について以下の式が成り立つ。

$$mvr = n\frac{h}{2\pi} \tag{3}$$

ここで h はプランク定数で，n は自然数である。この可能な円軌道に沿って周回する状態のことを定常状態という。

次に光の射出や吸収は，電子が一つの定常状態から他の定常状態へ移る際に起こると考え，両定常状態のエネルギー差 ΔE と射出あるいは吸収される光の振動数 f が次の式を満たすと仮定した。なお図３ｂは，電子が内側の定常状態に落ちて光を射出する場合を示す。

$$\Delta E = hf \tag{4}$$

原子核と電子の間に働くクーロン力(電気力)のもとで電子が円運動を行っているとしたときの運動方程式は次のようになる。ただし，クーロンの法則の係数を k とする。

$$m\frac{v^2}{r} = \boxed{\text{(a)}} \tag{5}$$

速さ v で半径 r の定常状態にいるとき電子が持つ力学的エネルギー E は次のようになる。

$$E = \boxed{\text{(b)}} + \frac{mv^2}{2} \tag{6}$$

式(6)の右辺第1項は無限遠を基準とするクーロン力による位置エネルギーを，第2項は運動エネルギーを表す。式(5)を使うとEはk，e，rを用いた次の式に変形できる。

$$E = \boxed{\quad (c) \quad} \tag{7}$$

さらに式(3)を使用すると軌道の半径rや定常状態のエネルギーEが式(3)で導入した自然数nで特徴付けられることになる。すなわち$n = 1$で表される定常状態の半径をr_1，nで表される定常状態の半径をr_nとすると，r_nはr_1とnを用いて次式のようになる。

$$r_n = \boxed{\quad (d) \quad} \tag{8}$$

同様に$n = 1$で表される定常状態のエネルギーをE_1，nで表される定常状態のエネルギーをE_nとするとE_nはE_1とnを用いて次式のようになる。

$$E_n = \boxed{\quad (e) \quad} \tag{9}$$

ここでE_1はm，e，k，hを用いて次のように表すことができる。

$$E_1 = \boxed{\quad (f) \quad} \tag{10}$$

いま$n = n_2$の定常状態から$n = n_1$の定常状態に移るとき，原子から波長λ，振動数fの光が射出された(図3－bを参照)。このとき，式(4)と(10)を用いると式(1)に対応する式が求められる。これからリュードベリ定数R_{H}は光の速さcと，hおよびE_1を使って以下のように求められる。

$$R_{\mathrm{H}} = \boxed{\quad (g) \quad} \tag{11}$$

この値は実験値とほぼ一致した。

(1)　式(1)で，$n_1 = 2$，$n_2 = 3$としたとき，図1に示されている線スペクトルのどの波長が得られるか。色の名前で示しなさい。

(2)　式(5)～式(11)にある$\boxed{\qquad}$の(a)～(g)までに相当する数式を書き下しなさい。

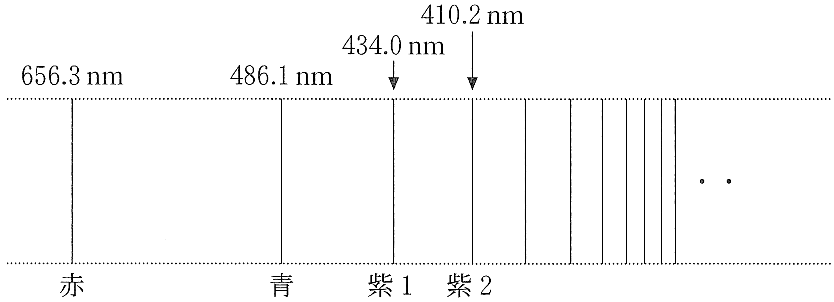


図1

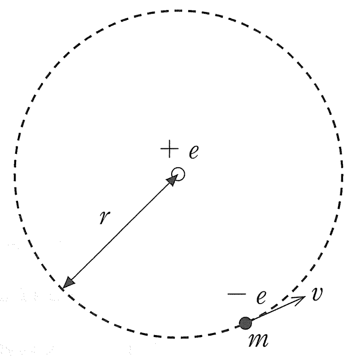


図 2

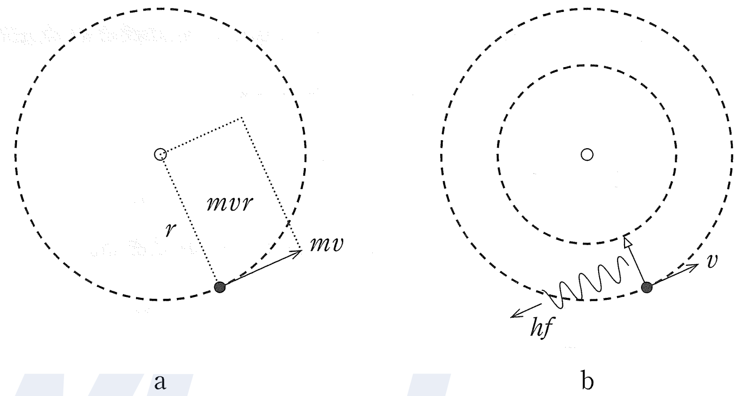


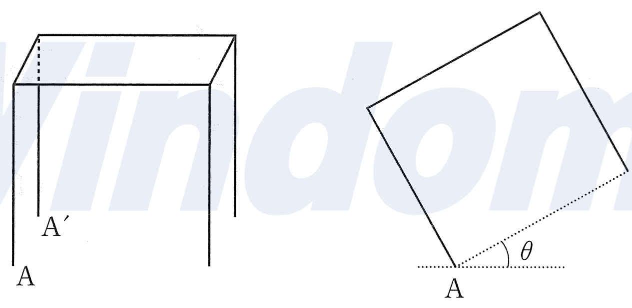
図 3

2 以下の問いに答えなさい。

A 下の左図のような４本足のテーブルがある。天板は一様な密度を持った一辺の長さが 0.800 m の正方形で質量は 20.0 kg である。いま天板の厚さは非常に薄いものと仮定する。４本の足は太さが一様な細い棒で，長さと質量がそれぞれ 0.700 m と 2.50 kg である。その重心は足の長さの中心にある。以下の問いに答えなさい。

(1) 左図のように天板を床に平行に置いたとき，テーブル全体の重心は床からどれだけの高さにあるか。

(2) 左図の手前にあるテーブルの脚 A と向こう側の脚 A′ を床につけたまま，テーブルを θ だけ傾けた（右図）。次いで手を放すと元に戻った。傾けて，その後手を放しても元に戻る，テーブルの傾き角 θ の最大値を θ_m とすると $\tan\theta_m$ はいくらとなるか答えなさい。なおテーブルを傾けている間，A および A′ と床の間の摩擦は十分に大きく，机は滑らないものとする。

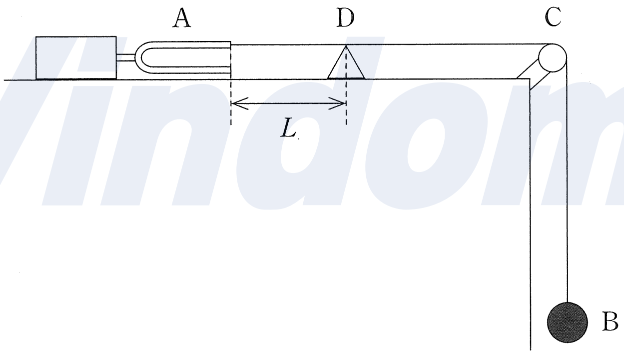


B　図のように，一様な弦の両端を振動数 f のおんさＡとおもりＢに取り付け，滑車Ｃを介して図のように設置した。おんさは固定されている。いまおんさＡと滑車Ｃの間に移動できるこまＤを取り付けた。こまは取り付けた一点で弦を固定でき，その左側にできる波の固定端として振る舞うものとする。

(1)　おんさＡを振動させながら，こまＤを動かしたところおんさの先端とこまＤの間の距離(図中の L)が l になったところで弦が共振した。このとき弦にできた腹の個数と節の個数の合計が k であった。弦を伝わる波の波長はいくらか。

(2)　このとき弦を伝わる波の速さはいくらか。

(3)　次におんさＡを別のおんさに取り替え上と同様の実験を行った。このとき，こまＤの位置を動かし，L を l_1 から l_2 に変えたところ，どちらの場合も弦は共振した。弦にできた腹の個数と節の個数の合計がそれぞれ k_1，k_2 であった。弦を伝わる波の波長はいくらか。



物　理　（その２）

3　真空中に図に示すような xyz の直交座標を設定したとき，z 軸の正方向に磁束密度 B の一様な磁場があった。この磁場中に質量 m，電気量 $q(>0)$ の荷電粒子を原点Oから速さ v で入射させた。その向きは $y-z$ 平面内で z 軸に対して角度 $\theta\left(0<\theta<\dfrac{\pi}{2}\right)$ である。

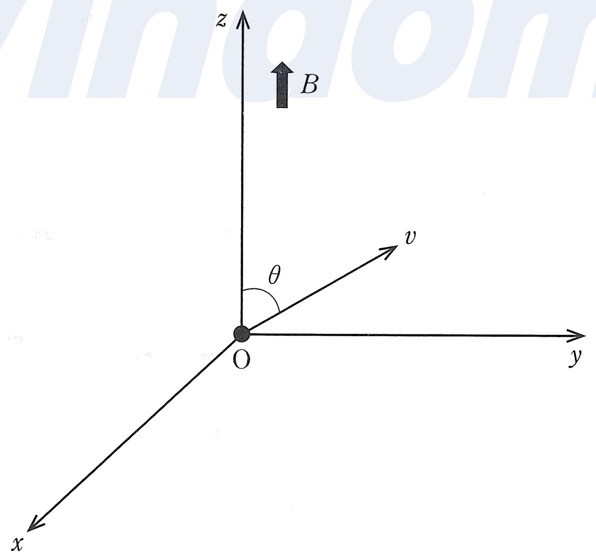
(1)　荷電粒子が磁場から受ける力を何というか。

(2)　荷電粒子が磁場から受ける力の大きさを求めよ。

(3)　荷電粒子はらせん運動をした。z 軸方向から見たとき荷電粒子は $x-y$ 平面上で円運動を行う。この円運動の半径を求めよ。

(4)　この円運動の周期を求めよ。

(5)　1周するとき荷電粒子は z 軸方向にどれだけの距離移動するか。



4 図1のように，物体と焦点距離 20 mm の凸レンズ L_1 が配置されている。このレンズの焦点をそれぞれ F_1，F_2 とする。以下の問いに答えなさい。なお，以下の設問ではレンズの厚さは無視できるものとする。

(1) 物体は凸レンズ L_1 の前方(左側)25 mm のところにある。凸レンズ L_1 による物体の像は凸レンズ L_1 のどちら側にできるか。以下の中から選び記号で答えなさい。

① 前方(左側)　② 後方(右側)

(2) 設問(1)の，物体の像と凸レンズ L_1 の距離を求めなさい。

(3) 設問(1)で，像の倍率と，像が実像か虚像か，正立か倒立かを答えなさい。

続いて図2のように，凸レンズ L_1 の右側 140 mm の所に焦点距離 50 mm の凸レンズ L_2 を置いた。凸レンズ L_2 の焦点をそれぞれ F_3，F_4 とする。

(4) 2個の凸レンズ L_1 と L_2 の組み合わせによってできる物体の像の位置はどこか。以下の中から選び記号で答えなさい。

① L_1 の左側　② L_1 と L_2 の間　③ L_2 の右側

(5) 設問(4)で，できた像と凸レンズ L_1 の距離を求めなさい。

(6) 設問(4)で，できた像の倍率と，像が実像か虚像か，正立か倒立かを答えなさい。

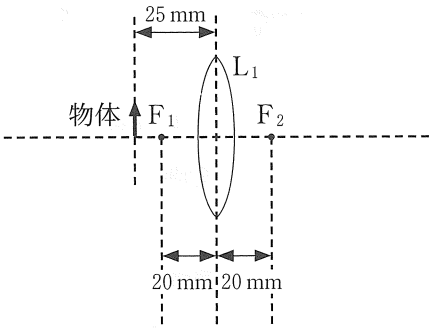


図1

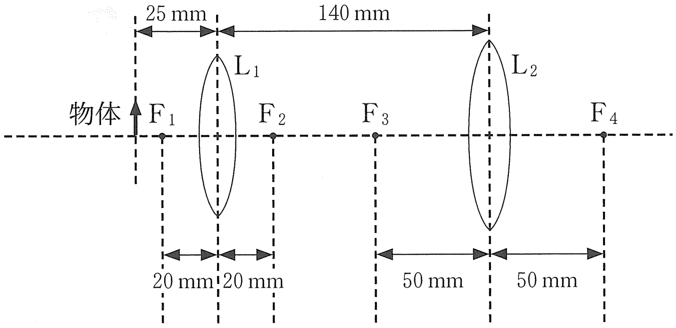


図2