平成27年度　入学試験問題

医学部（Ⅱ期）

理科

注意事項

1. 試験時間　平成27年2月28日，**午後1時30分から3時50分まで**
2. 配付した試験問題(冊子)，解答用紙の種類はつぎのとおりです。

(1) **試験問題**(冊子，左折り)(表紙・下書き用紙付)

化学(その1)，(その2)

生物(その1)，(その2)

物理(その1)，(その2)

(2) **解答用紙**

化学(その1)　1枚(上端赤色)(右肩落し)

〃 (その2)　1枚(上端赤色)(左肩落し)

生物(その1)　1枚(上端緑色)(右肩落し)

〃 (その2)　1枚(上端緑色)(左肩落し)

物理(その1)　1枚(上端青色)(右肩落し)

〃 (その2)　1枚(上端青色)(左肩落し)

以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。

3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは，試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し，試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し，監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は，この試験問題(冊子)を一番上にのせ，挙手し，監督者の許可を得てから，試験問題(冊子)，受験票，下書き用紙および所持品を携行の上退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら，直ちに筆記をやめ，おもてのまま上から解答用紙〔選択した2分野の解答用紙，計4枚，化学(その1)，化学(その2)，生物(その1)，生物(その2)，物理(その1)，物理(その2)〕，試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

   確認が終っても，指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

物理　その１

問$\boxed{1}$（５）にある問題文の最後に下線の文章を

加えてください。

【誤】

･･･なお物体と筒，ゴムひもと筒の間に摩擦は無いものとする。

↓

【正】

･･･なお物体と筒，ゴムひもと筒の間に摩擦は無いものとする。<u>また筒の質量は物体の質量mより十分に大きいものとし，ゴムひもの質量は無視できるものとする。</u>

【物理（その 2)】

問題冊子　p.19

4

（3）の解答欄が１つしかありませんが、

4（3）エネルギー,エネルギー（仕事関数）の順で記入してください。

物　理（その１）

1　水平面と角 θ をなす粗い斜面が床に固定されている。$0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ である。斜面の上端には滑らかに動く定滑車が取り付けてある。軽くて伸び縮みしない糸 a で小物体 1（質量が m_1）と小物体 2（質量が m_2）を結び，同様に軽くて伸び縮みしない糸 b で小物体 2 と小物体 3（質量が m_3）を結んだ。そして小物体 1 を斜面上に，小物体 2 と 3 を定滑車を通してぶら下げて（図 1），最初糸 a を押さえておいた。糸 a を押さえていた手を緩めると全小物体が，小物体 1 が斜面下方に動き出す方向に動き始めた。このとき以下の問いに答えなさい。ただし，小物体 1 と斜面の間の動摩擦係数を μ'，重力加速度の大きさを g とする。また以下では，小物体 2 が定滑車に達する以前の状況を扱うことにする。

(1)　$A = \sin\theta - \mu'\cos\theta + 1$ と置いたとき，小物体 1 の加速度の大きさを m_1，m_2，m_3，A，g を用いて表しなさい。

(2)　糸 b の張力の大きさを m_1，m_2，m_3，A，g を用いて表しなさい。

(3)　斜面の傾斜角 θ に注目して，A が 1 より大きいことを簡潔明瞭に記しなさい。

(4)　全小物体が動いているさなかに糸 a を切断することができるとしたら，小物体 2 と 3 はやがて落下を始める。このとき糸 b の張力の大きさはいくらとなるか。ただし小物体 2 と 3 が床に衝突する以前の状況で考えなさい。

次に円筒とゴムひもを用意した。ゴムひもの一端を円筒内部の点 A に固定し，ゴムひもの他端に質量 m のごく小さな物体をぶら下げた（図 2 a）。続いてゴムひもを引き伸ばして物体を筒の外に出して図 2 b のように筒の外に物体をぶら下げた。なお点 A と，その真上の筒の端の点 B の間の長さ AB は，ゴムひもの自然長 l と次の関係にある。なおこのゴムひもに物体をぶら下げたとき，ゴムひもの伸びは物体の質量に比例した。そこでこのゴムひもにもバネと同様にバネ定数が定義できる。それを k とする。

$$l < \mathrm{AB} < l + \frac{mg}{k}$$

そして図 2 b の状態にある（物体＋筒＋ゴムひも）の全体を自由落下させた。なお落下時間は十分に長いとする。

(5)　落下途中で，「(イ)物体は筒の外に出た状態で落下する」か，あるいは「(ロ)物体は筒の中に引き込まれて落下する」か，そのどちらと考えるか。合っている答えを解答の選択欄で(イ)あるいは(ロ)から選び，○をつけなさい。またその理由を簡潔明瞭に述べなさい。なお物体と筒，ゴムひもと筒の間に摩擦は無いものとする。

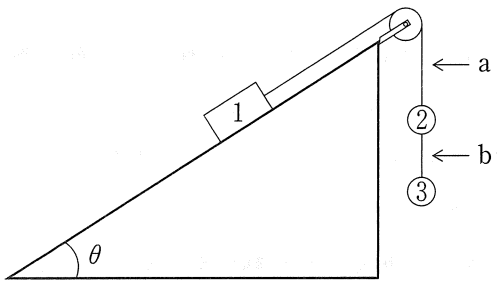


図 1

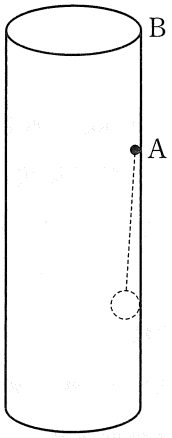


図 2 a

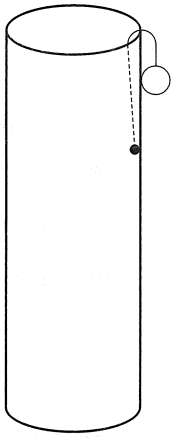


図 2 b

2 以下の問いに答えなさい。

(1) −5 ℃で質量が1.00 kgの氷を暖めて0 ℃の水に変えた。その後さらに暖め続けて50 ℃のお湯にした。氷の比熱は温度によらず2.00 kJ/(kg・K)である。水の比熱は温度によらず4.20 kJ/(kg・K)である。また氷の融解熱は330 kJ/kgとする。なお加えた熱はすべて氷および水が得るものとする。このとき以下の問いに答えなさい。

(a) −5 ℃の氷の状態から0 ℃の水にするまでに加えられた熱エネルギーはいくらか。

(b) 0 ℃の水を50 ℃のお湯にするために加えられた熱エネルギーはいくらか。

(c) 熱は600 Wの電熱器を使って加えられた。この電熱器から1分間に放出される熱エネルギーはいくらか。

(d) 電熱器で加えられた熱エネルギーは直ちに資料(氷，あるいは水)の温度を一様に変えたとしたとき，試料温度が−5 ℃から50 ℃に変化するまでに要した時間は何分か。

(2) 以下の文章中で，[1]～[5]に当てはまる適切な語句と，[a]～[d]に当てはまる適切な式を解答欄に記しなさい。なお図において反射光は破線で示してある。

光は横波で，自然光は波の進行方向に垂直なあらゆる方向に振動している。[1]板を通すと，振動方向が一方向に偏った[1]が得られる。二枚の[1]板を重ね，互いに回転させると透過光の明るさは90°ごとに暗くなったり，明るくなったりする。

図1に，光が屈折率n_1を持つ媒質1のA点から屈折率n_2を持つ媒質2に，境界面の点Bから入射する様子を示す。Bで入射した光の一部は媒質2のCの方向に，残りの光は境界面で反射してDの方向に進む。これら入射光，屈折光及び反射光と境界面に立てた垂線HBのなす角，α_1，α_2およびα_3をそれぞれ入射角，屈折角および反射角という。

自ら光を出していない物体が見えるのは物体が光を反射しているせいである。入射した地点Bで，α_1とα_3の間には関係式[a]が成り立つ。

どんな振動数を持つ電磁波も真空中ではすべてその速さは$c = 3.00 \times 10^8$ m/sである。屈折率がnである媒質中の光の速さをvとしたときn，c，vの間には[b]という関係式が成り立つ。

光がA→B→Cと進むとき，両媒質の屈折率と，入射角および屈折角の間には屈折の法則が成立する。B点でこの法則をn_1，n_2，α_1，α_2の間に適用すると[c]となる。

図2のように，光が屈折率の大きい媒質2から小さい媒質1へ出て行くとき，屈折角は入射角より大きい。光線aから始めて，境界面への入射角を徐々に大きくしていくと屈折角が90°になる。光線bの場合である。光線bの場合よりさらに入射角を大きくすると光は境界面で屈折しなくなり全部反射するようになる。この現象を [2] という。光線bのように，屈折角がちょうど90°になるときの入射角を [3] という。この場合，入射角βが [3] であったとしたら，n_1，n_2を用いて$\sin\beta =$ [d] となる。[2] を使った機器には双眼鏡や潜望鏡に使われるプリズムがある。またファイバー光学でもこの現象は利用されている。中心部を周辺部より [4] な屈折率を持つ媒質で作ったファイバーではファイバーの端面から光を入れてやると光はその強度が落ちることなくファイバーに沿って伝わる。これを多数本束ねた医療機器が [5] である。

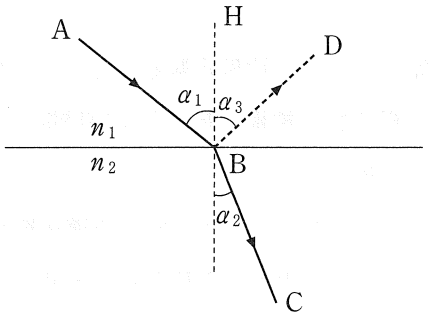


図1

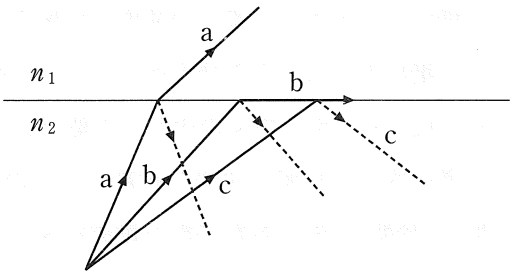


図2

物　理（その２）

3　図に示すような，断面積 S，長さ L の一様な導体棒の両端に電圧 V を加えた。このとき以下の問いに答えなさい。

(1)　導体に生じる電界(電場)の強さはいくらか。

(2)　導体内を移動する電荷 $-e\,(e>0)$，質量 m を持つ自由電子が電界から受ける力の方向は，電界の向きと同方向か，逆方向か。また，受ける力の大きさはいくらか。

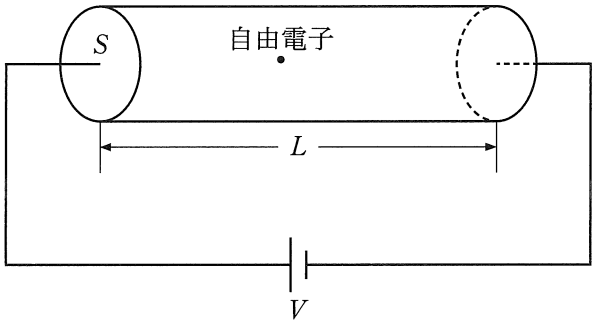
(3)　自由電子が電界以外から力を受けないとすると，自由電子は等加速度運動をする。このときの加速度の大きさはいくらか。

(4)　実際には自由電子は抵抗力を受けて等速度運動をすると考えられる。この抵抗力は何によって生じると考えるか。明瞭かつ簡潔に答えなさい。

(5)　抵抗力の大きさは電子の速度に比例すると仮定する。その比例定数を k とする。電界による力と抵抗力がつり合う速度はいくらか。また k の単位を，質量，長さおよび時間それぞれの単位，kg，m，および s の中から必要なものを用いて表しなさい。

(6)　導体内の自由電子の単位体積当たりの数密度を n とする。このときこの導体断面を単位時間(１秒間)に流れる電子数と電流を S，n，e，k，L，V の中から必要なものを用いて表しなさい。

(7)　この導体棒の電気抵抗と抵抗率を S，n，e，k，L 等を用いて表わしなさい。また抵抗率の単位は，電荷の単位 C と，kg，m，および s の中から必要なものを用いて表すとどのようになるか。

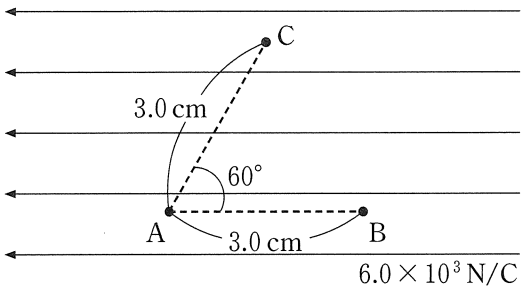


4 以下の問いに答えなさい。

(1) 6.0×10^3 N/C の一様な大きさの電界(電場)がある空間の電気力線を下図に示す。その電気力線に沿って 3.0 cm はなれた 2 点 A，B がある。

(a) AB 間の電位差はいくらか。

(b) 4.0×10^{-4} C の電荷を，点 A から電気力線と 60° の角をなす向きに 3.0 cm 離れた図の点 C まで移動させた。このときに必要な仕事と，AC 間の電位差を求めなさい。



(2) ウラン 238 ($^{238}_{92}$U) は何回かの α 崩壊および β 崩壊を行ってラジウム 226 ($^{226}_{88}$Ra) となる。それぞれの崩壊回数はいくらか。

(3) ある金属の表面に波長が 4.5×10^{-7} m の光を当てたときに，外部に飛び出してきた最速の電子の速さが 8.0×10^5 m/s であった。この電子 1 個は照射された光子 1 個のエネルギーを受け取って飛び出してくる。この光の光子 1 個のエネルギーはいくらか。また金属内の自由電子 1 個が外部に飛び出すために必要なエネルギー(仕事関数)を求めなさい。ただしプランク定数を 6.6×10^{-34} J·s，光の速さを 3.0×10^8 m/s，電子の質量を 9.1×10^{-31} kg とする。