

# 平成30年度 入学試験問題

## 医学部 (Ⅱ期)

### 理科

#### 注意事項

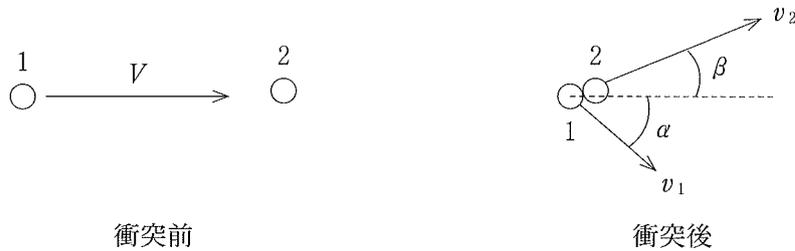
1. 試験時間 平成30年3月3日、午後1時30分から3時50分まで
  2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
    - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
      - 化学(その1)、(その2)
      - 生物(その1)、(その2)
      - 物理(その1)、(その2)
    - (2) 解答用紙
      - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
      - ” (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
      - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
      - ” (その2) 1枚(上端緑色)(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)を一番上へのせ、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)

1 なめらかな水平面上を一定の速さ  $V$  で動いていた質量  $m_1$  の小球1が、静止している質量  $m_2$  の小球2と完全弾性衝突し、それぞれ別の方向に進んだ(図参照)。すなわち小球1は入射方向から角度  $\alpha$  の方向へ速さ  $v_1$  で、一方小球2は小球1の入射方向から角度  $\beta$  の方向に速さ  $v_2$  で動き出した。このとき以下の問いに答えなさい。ただし、小球の回転エネルギーは考慮しなくてよい。

- (1) 衝突の前後で入射方向の運動量保存の式を書き下しなさい。
- (2) 衝突の前後で入射方向に対して垂直な方向の、運動量保存の式を書き下しなさい。
- (3) 衝突の前後で成り立つエネルギー保存の式を書き下しなさい。
- (4)  $\tan \alpha$  を  $m_1, m_2, \beta$  を使って表しなさい。
- (5)  $m_1 = m_2$  の場合、 $\alpha$  と  $\beta$  の間に成り立つ関係式は何か。三角関数を使わずに、弧度法を用いて書き下しなさい。



2 以下の問いに答えなさい。

A 図1に示した物体がある。3つの力  $F$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  がそれぞれ物体の●で示された地点に水平に働き、その結果物体は静止状態にある。なお物体に働く鉛直方向の力はつり合っているものとし、それらは図示していない。物体に加えられている力  $F_1$  と  $F_2$  の大きさを求めなさい。ただし  $|F| = 0.500 \text{ N}$  である。

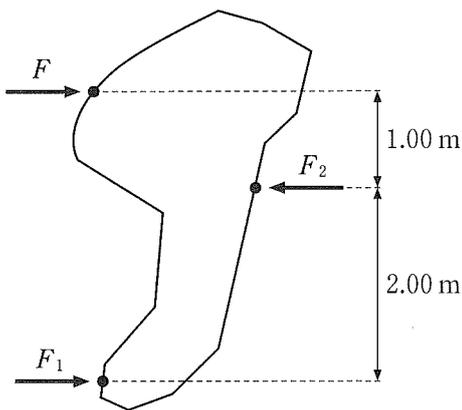


図1

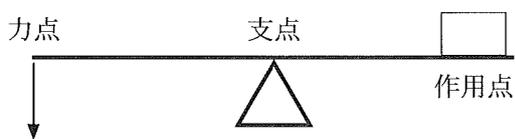


図2

図2のように板(物体)を一つの点で支え、その点を中心として自由に回転できるようにしたものをしてこという。てこを使うと、小さな力を大きな力に変えて重いものを動かすことなどができる。てこを支える点を支点、力を加える点を力点、物体に力が作用する点を作用点という。支点・力点・作用点の3点の位置関係によって、てこは3種類に分けられる。

第1種のとこは力点と作用点がこの両端にあり、支点がその間にある図2の場合である。第2種のとこは支点と力点がこの両端にあり、作用点がある場合である。第3種のとこは支点と作用点がこの両端にあり、力点がある場合である。

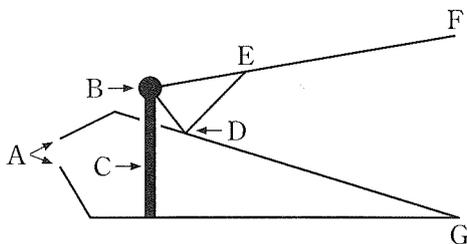


図3

さて図3に示した爪切りはいくつかのとこの組み合わせから出来ている。爪切りのどこの部分がどんな種類のとことして組み合わされているか列挙しなさい。たとえば「A, B, C 部分は第1種のとこで、その支点は A である」場合、表1の回答欄の例のように記載しなさい。

	てこの部位	てこの種類	支点の位置
例	A, B, C	1	A

表1

*Windom*

B 原子核の崩壊について以下の文章の (1) ~ (8) に入る語句、また (a) ~ (c) に入る元素記号(質量数と原子番号を添えたもの)を解答欄に記しなさい。なお核反応式にはさらにニュートリノあるいは反ニュートリノという電気量が0、質量はほかの粒子に比べはるかに小さい物質が入る場合がある。しかしこの物質はこの問題で問われていることとは全く関係しないので、記載していない。

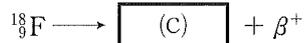
ウラン鉱石を入れた鉛の容器に小さな穴を開けておくとそこから放射線がビーム状に出てくる。紙面に垂直に入り込むような磁場を用意すると、図4に示すように放射線が3種類に分かれる。右に曲がったものを (1) 線、左に曲がったものを (2) 線、曲がらなかったものを (3) 線とよぶ。(1) 線と (2) 線は磁場によって曲げられるから、これらの放射線に働く力は (4) である。よって (1) 線、(2) 線はそれぞれ負と正の電荷を持ち、(3) 線は電荷を持たないことがわかる。その後 (1) 線は (5) 線であること、(2) 線は (a) の原子核からなる粒子線であること、さらに (3) 線は (6) であることが判明した。

(1) 線を出す (1) 崩壊は、核内に (5) が出入りする現象の呼び名である。この崩壊には炭素  $^{14}\text{C}$  が上述のように (5) 線( $\beta^-$ )を出しながら次式に従って崩壊していくような場合



と、次のように (7) 線( $\beta^+$ )を出す反応がある。

放射線の医学への応用として知られる PET ( (7) 断層撮影) で使われる反応がそれである。放射性フッ素  $^{18}\text{F}$  を使った FDG-PET について説明しよう。がん細胞は正常細胞に比べ活発にブドウ糖を消費する。そこでブドウ糖分子の OH 基1個を放射性的  $^{18}\text{F}$  で置換したブドウ糖類似物質(フルオロデオキシグルコース、略称:FDG)を体内に入れてやると、がん細胞に集積する。FDG はそこで以下の式に従って崩壊し (7) を出す。



この (7) が周囲の (5) と衝突して、2個の (3) 線を放出する。この現象を (8) という。生じた (3) 線を捕らえることによって (7) の発生場所がわかる。これを X 線 CT で得られる画像と重ね合わせることによって病巣の場所が判明するのである。

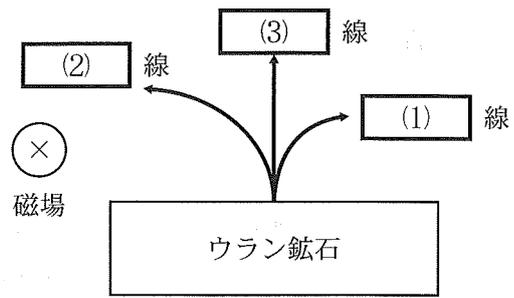


図 4

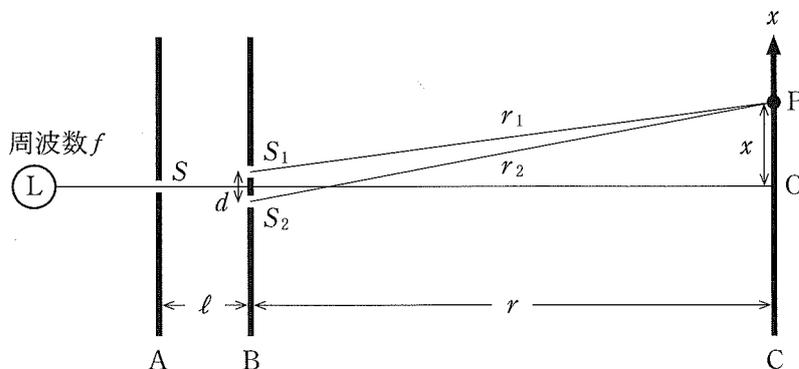
*Windom*

## 物 理 (その2)

3 以下の問いに答えなさい。

A 光源 L から出た周波数  $f$  の単色光を、<sup>ついでに</sup> 衝立 A 上のスリット S、および衝立 B 上のスリット  $S_1$  と  $S_2$  を通してスクリーン C 上に当てる。  $S_1$  と  $S_2$  の中点を通る衝立 B との垂線が、スクリーン C 上を通る点を O とする。また、スクリーン C 上で O から距離  $x$  離れた観測点を P とする。衝立 A、B とスクリーン C は互いに平行で、AB 間の距離を  $\ell$ 、BC 間の距離を  $r$ 、 $S_1$  と  $S_2$  の間隔を  $d$  とする。なお  $d$  と  $x$  は  $r$  に比べ十分小さいものとする。スクリーン上の点 P からスリット  $S_1$ 、 $S_2$  までの距離をそれぞれ  $r_1$ 、 $r_2$  とする。必要なら整数  $m (= 0, 1, 2, \dots)$  を用いなさい。以下の設問で  $|a| \ll 1$  であるとき、近似式  $(1 \pm a)^n \approx 1 \pm na$  (複号同順) が成立することを使いなさい。

- (1) 光源 L からの光をスクリーン C に当てたところ、明暗の縞模様が現れた。干渉縞の明線および暗線が現れる  $x$  の値をそれぞれ答えなさい。なお、空気中の光の速さを  $c$  とする。
- (2)  $d = 0.50 \text{ mm}$ 、 $r = 1.2 \text{ m}$ 、縞の間隔(隣り合う明線の間隔)が  $1.8 \text{ mm}$  であった。この光の波長はいくらか。単位を含めて答えなさい。またこの光は何色か。
- (3) スリット S の位置を  $h$  だけ下方に僅かにずらした。この時、スクリーン C 上で干渉縞の暗線が現れる値  $x$  を求めよ。なお  $h$  と  $d$  は  $\ell$  に比べ十分小さいものとする。
- (4) 衝立 A を取り除くと、スクリーン C 上の干渉縞はどのようなになるか。またその理由を 35 字以内で述べなさい。
- (5) 設問(1)の状態に戻し、光源を除く装置全体を水中に置いた場合、隣り合う明線の間隔はいくつになるか答えなさい。ただし、空気に対する水の屈折率を  $n$  とする。



B 月が完全に地球の影に入る皆既月食の場合でも、月が赤黒く見える理由を 60 字以内で答えなさい。

4 図のように、磁束密度  $B$  の鉛直上向きの一様な磁場中に、導体レールを間隔  $\ell$  で平行にならべて、水平面に対して角度  $\theta$  で固定した。レールの上端  $cd$  は抵抗値  $R$  の抵抗  $R$  に接続した。長さ  $\ell$ 、質量  $m$  の導体棒  $ab$  を2本のレール上に水平に置いた。この導体棒は常にレールに対し直交したままレールを滑ることができるものとする。レールは十分に長く、レールと導体棒との摩擦や電気抵抗は無視することができる。重力加速度の大きさを  $g$  とする。このとき以下の問いに答えなさい。

- (1) 棒  $ab$  が下降していくとき、抵抗  $R$  に流れる電流の向きは、 $c \rightarrow d$ 、 $d \rightarrow c$  のどちらか。
- (2) 棒  $ab$  が速さ  $v$  で下降しているとき、抵抗に流れる電流の大きさを求めなさい。
- (3) 設問(2)のとき、導体棒に生じた加速度の大きさを求めなさい。
- (4) 最終的に導体棒は一定の速さ(終端速度という)で下降する。この終端速度の大きさとそのときの電流の大きさを求めなさい。
- (5) 導体棒が終端速度を持つとき、抵抗  $R$  で単位時間当たりが発生する熱エネルギーを求めなさい。

