

# 平成 20 年度 日本医科大学入学試験問題

## [ 理 科 ]

|      |  |
|------|--|
| 受験番号 |  |
|------|--|

### 注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目は予め受験票に記載された 2 科目とし,変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後, 監督者の指示に従い, 配布枚数の確認を行うこと。  
(問題冊子 16 ページ, うち 2 ページは計算用紙, 解答用紙 物理 1 枚, 化学 1 枚, 生物 1 枚)  
落丁, 乱丁, 印刷の不鮮明の箇所があったら, 手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。  
なお, 試験開始後 40 分経過後でなければ退室は認めない。
5. 机上には, 受験票と筆記用具および時計 (計時機能のみ) 以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆, シャープペンシル, 消しゴムのみとする。  
(コンパス, 定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は, 監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白及び計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り, 鞆の中にしまうこと。
12. 質問, 用便, 中途退室など用件のある場合は, 無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は, 退室を命じ試験の一切を無効とする。
14. 退室時は, 試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

# 物 理

[I] 図1のように、半径  $x$  [m] と半径  $2x$  [m] の2つの半円筒が水平面上点Aにおいてなめらかに接続されている（より正確に言うと、点Aを含んだ、紙面に垂直方向の直線上で接続されている）。図1の点Bは、点Aより  $2x$  [m] 高い半円筒内側面の点であり、点Cは点Aより  $4x$  [m] 高い半円筒内側面の端の点である。2つの半円筒の中心軸は平行であり、図1はその中心軸に対して垂直な断面（点A、B、Cはこの断面上にある）を表している。この断面内の2つの半円筒の内側側面で質量  $m$  [kg] の小物体

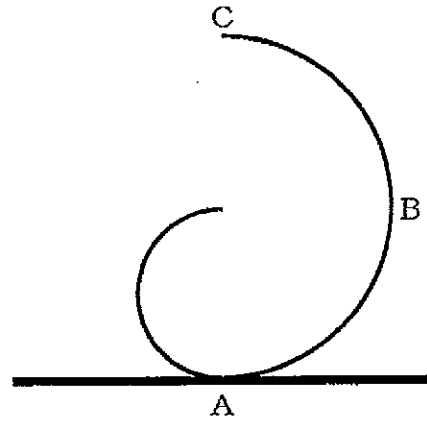


図1

を運動させる。円周率を  $\pi$ 、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、次の文中の  の中に適した答えを書きなさい。なお、半円筒の面はすべてなめらかで、2つの半円筒の厚さは無視する。

点Aからわずかにずれた地点に質量  $m$  [kg] の小物体を静かに置いたところ、小物体は動き出し、最初に小物体を置いた地点へ周期的に戻ってくる。この周期は  [s] である。

次に、この小物体に対し、点Aで円弧の接線方向右向きに初速度  $v$  [m/s] を与えたところ、この小物体は点Bを通過し、点Cを経て半円筒から飛び出した。このとき、小物体が点Bを通過する際に半円筒から受ける抗力は  [N] であり、点Cから飛び出す直前に小物体が半円筒から受ける抗力は  [N] である。また、この小物体が水平面上に初めに衝突する地点は、点Aから  [m] 離れている。

同じ小物体を、今度は点Bで静かに放したところ、小物体は半円筒の内側側面上を運動して点Aを通過し、点Aから  [m] の高さの位置で半径  $x$  [m] の半円筒から離れた。

〔Ⅱ〕 図2のように、静電容量が  $C$  [F] のコンデンサー、自己インダクタンスが  $L$  [H] のコイルが交流電源に接続されている。スイッチはX側に入れている、周期が  $T$  [s] の交流電圧  $V$  [V] ( $Z$ を基準としたXでの電位) が加わっている。コンデンサーに流れる電流  $I$  [A] は図中の矢印の方向を正とする。次の文中の  の中に適した答えを書きなさい。ただし、 イ および  ウ には0から1の実数(分数も可)を入れなさい。

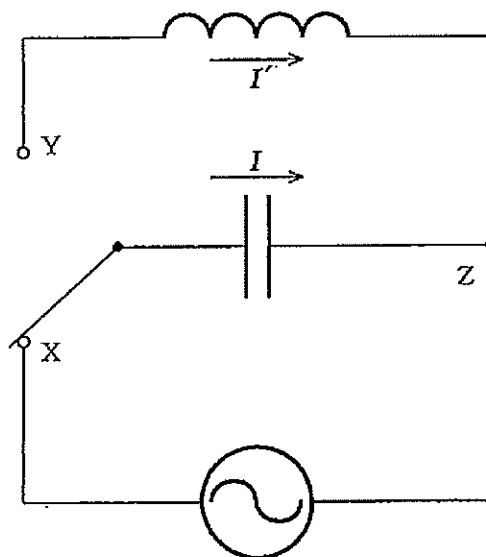


図2

ある瞬間を時刻  $t=0$  [s] とし、電圧と電流がそれぞれ  $V=V_0 \sin(2\pi/T)t$ ,  $I=I_0 \sin\{(2\pi/T)t+\phi\}$  (ただし、 $V_0>0$ ,  $I_0>0$  である) のように表されるものとする。ここで、 $-\pi \leq \phi < \pi$  であるとするとき  $\phi =$   ア [rad] である。時刻  $t =$   イ  $T$  [s] から  $t =$   ウ  $T$  [s] までの間に流れる電流によってコンデンサーの左側の電極に蓄えられる正の電荷は最大となる。そして、最大になるときの電荷を  $V_0$  を用いずに表すと  エ [C] となる。

時刻  $t=T$  [s] までの間でコンデンサーの左側の電極に蓄えられる正の電荷が最大となる瞬間にスイッチをXからYに切り替えたところ、コンデンサーの放電により、図中の矢印に示される方向に電流  $I'$  [A] が流れ始めた。その最大値は  $I_0' =$   オ  $I_0$  [A] である。また、 $t$  がスイッチをXからYに切り替えた時刻以降の範囲で  $I'$  [A] を時刻  $t$  の関数として表すと  $I' = I_0$   カ [A] となる。

[ III ] 一辺の長さが  $L$  [m] の立方体の容器に、1 mol の理想気体が閉じ込められていて、容器内の気体分子数を  $N_A$  個とする。立方体のある壁面  $S$  に垂直な方向を  $x$  軸となるように直交座標軸  $x, y, z$  をとり、この気体分子の速度の  $x, y, z$  方向成分を  $v_x$  [m/s],  $v_y$  [m/s],  $v_z$  [m/s] とする。また、分子1個の質量は  $m$  [kg] であり、容器の壁面に衝突するときは弾性衝突であるものとする。ただし、この気体は十分に希薄であるので分子同士は衝突せず、重力は無視するものとする。次の文中の  の中に適した答えを書きなさい。

分子1個が壁面  $S$  に衝突する前後ではその分子の運動量の  $x$  方向成分が変化するが、このとき、 $S$  が分子1個から受ける力積の大きさは  [N·s] である。分子1個が時間  $t$  [s] の間に  $S$  に衝突する回数は  であるから、 $S$  がこの間に分子1個から受ける力積の総和は  [N·s] となる。 $N_A$  個の分子の  $v_x^2$  の平均値を  $\overline{v_x^2}$  のように書くことにして、全気体分子の運動によって  $S$  にはたらく圧力  $P$  [Pa] を  $\overline{v_x^2}$  を使って表すと  [Pa] となる。ところで、多数の気体分子が存在するときの運動は乱雑で、向きに差はないので、 $\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$  が成り立つと考えられる。そこで、 $\overline{v_x^2}$ ,  $\overline{v_y^2}$ ,  $\overline{v_z^2}$  をすべて使って  $P$  を表すと  [Pa] になる。

[IV] 薄い凸レンズ $L_1$ と薄い凹レンズ $L_2$ がある。 $L_1$ の焦点距離は10 cm、 $L_2$ の焦点距離は15 cmである。 $L_1$ と $L_2$ は左から順に水平な光軸を共通にして20 cm離して置かれている。 $L_1$ の左に鉛直な細い棒状の物体Aを置いたとき、 $L_2$ の右側にその実像ができる条件を求めてみよう。次の文中の  に適した答えを書きなさい。

まず、凸レンズ $L_1$ だけがあるとする。そして、 $L_1$ の右側に実像Bができる場合だけを考える。物体Aの位置を $L_1$ から左に $a$  [cm] とすると、実像Bは $L_1$ から右に  [cm] の位置にできる。このときの倍率は  倍である。

次に、凹レンズ $L_2$ を凸レンズ $L_1$ の右20 cmの位置に置くと、物体Aの $L_1$ と $L_2$ による像Cができる。 $L_1$ だけによる実像Bの位置が $L_2$ より左である場合、像Cは必ず虚像になるので、 $L_1$ だけによる実像Bの位置が $L_2$ より右である場合だけを考えればよい。(実像Bがちょうど $L_2$ の位置にできる場合については考えない。)

そこで、凹レンズ $L_2$ の右側に実像Cができた場合を想定し、実像Cの位置にスクリーンを置いて、 $L_2$ の左側から見たときに、実像Cがどのように見えるかを考えてみよう。例えば、実像Cが $L_2$ の右側30 cmの距離にあるスクリーン上にできたと仮定すると、 $L_2$ の左側から見たときに、実像Cの $L_2$ による虚像B'が $L_2$ の右側  cmの位置に見える。

この虚像B'は、凹レンズ $L_2$ の左側から見たときに、あたかもその位置に実像Cがあるように見かけ上見える像のことである。したがって、この虚像B'が $L_1$ だけによる実像Bと一致したとき、想定した実像Cは物体Aの $L_1$ と $L_2$ による像Cと考えることができる。以上のことを考慮すると、像Cが $L_2$ の右側の有限な距離での実像となるのは、 $a$  が  cmより大きく、 cmより小さいときである。