

平成 30 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）（物理）

次の 1 ~ 4 の問題に答えなさい。設問の解答は最も適切な数字、数式、語句またはグラフを指定の解答群より 1 つ選びなさい。
分数形で解答が求められている場合、それ以上約分できない形で答えなさい。

〔解答番号 1 ~ 59 〕

1 1 ~ 12 に入る数字をマークしなさい。解答の様式に合わせて適宜小数を四捨五入すること。

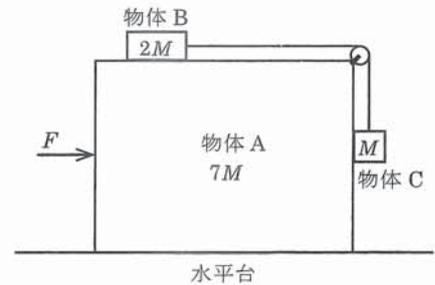
(1) 真空中の光速はおおよそ $1.0 \times 10^{[2]}$ [m/s] である。

(2) 6 種類のクォークのうち、アップ、チャーム、トップは電気素量の $+\frac{[3]}{4}$ 倍の電気量をもつ。

(3) 焦点距離 20 cm の凹レンズがある。このレンズの前方 30 cm の位置に物体を置いた。物体の虚像はレンズの前方 $[5][6]$ cm の位置にできる。また、倍率は $[7].[8]$ 倍である。

(4) 万有引力定数を $6.7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ 、地球の半径を $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ とすると、地球の質量は $[9].[10] \times 10^{[11][12]} \text{ kg}$ である。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、答えは有効数字 2 桁で計算しなさい。

2 図のように、質量 $7M$ [kg] の物体 A が水平台上に置かれ、その上に質量 $2M$ [kg] の物体 B が置かれている。物体 B から水平に張った軽い糸を、質量が無視できる摩擦のない滑車にかけ、その先端に質量 M [kg] の物体 C が鉛直につり下げられている。物体 C の側面は物体 A と接し、上下になめらかにすべることはできるが、離れないような構造になっている。 $[13] \sim [26]$ に入る数字をマークしなさい。ただし $[23]$ は符号 (+ または -) を選びなさい。



(1) 物体 A を水平台上に固定し、物体 A と物体 B の間の静止摩擦係数を μ とするとき、物体 B が動き出すための条件は、 $\mu \leq [13].[14]$ である。

(2) 物体 A を水平台上に固定し、さらに物体 A と物体 B の間に摩擦がないものとする。水平台から物体 C の底面までの高さが 0.98 m になるように物体 B をおさえ、その状態から手をはなした。物体 C が水平面に達するまでの時間 t [s] は次のように表せる。ただし重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 として計算しなさい。

$$t = \sqrt{\frac{[15]}{[16]}} \text{ [s]}$$

(3) 物体 A を水平台上に固定せず、なめらかに動けるようにする。また、物体 A と物体 B の間に摩擦がないものとする。水平台から物体 C の底面までの高さが 1 m になるように物体 B をおさえ、その状態から手をはなした。水平台上から観測した物体 A と物体 C の水平方向の加速度の大きさ α [m/s²] と物体 C の鉛直方向の加速度の大きさ β [m/s²] はそれぞれ次のように表せる。ただし、ここでは重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

$$\alpha = \frac{[17]}{[18][19]} \times g \text{ [m/s}^2\text{]} \quad \beta = \frac{[20]}{[21][22]} \times g \text{ [m/s}^2\text{]}$$

物体 C が水平面に達するまでの間の物体 A の変位 x [m] は次のように表せる。ただし水平右向きを正とし、 $[23]$ は符号 (+ または -) を選択しなさい。

$$x = [23] \frac{[24]}{[25]} \text{ [m]}$$

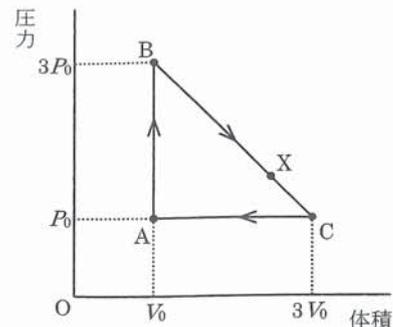
(4) 物体 A が水平台上をなめらかに動けるようにする。また、物体 A と物体 B の間に摩擦がないものとする。図のように、常に一定な力 F [N] を物体 A に対して水平右向きに加えて、物体 A を動かす。このとき物体 B と物体 C から手をはなしていても、物体 B と物体 C が物体 A に対して動かないようにしたい。そのときの F は次のように表せる。ただし、ここでも重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

$$F = [26] \times Mg \text{ [N]}$$

平成 30 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）（物理）

3

なめらかに動くピストンの付いたシリンダー内に、1 mol の単原子分子からなる理想気体を封入し、図に示すように A→B→C→A の経路で直線的にゆっくりと状態を変化させた。状態 A は圧力 P_0 、体積 V_0 、絶対温度 T_0 である。状態 B は圧力 $3P_0$ で体積が V_0 、状態 C は圧力 P_0 で体積が $3V_0$ である。気体定数を R として、以下の問いに答えなさい。[27] ~ [43] に入る数字をマークしなさい。ただし、[29] と [40] は解答群から選び、[32] と [34] は符号（+または-）を選びなさい。



(1) 状態 A の内部エネルギー U は次式で示される。

$$U = \frac{[27]}{[28]} \times RT_0$$

(2) 経路 A→B→C→A の過程で、気体のとる温度が最高になるのは [29] のときである。そのときの温度 T_{\max} と体積 $V_{T_{\max}}$ はそれぞれ次式で示される。

$$T_{\max} = [30] \times T_0 \qquad V_{T_{\max}} = [31] \times V_0$$

(3) 経路 B→C の過程で、気体が外部にした仕事を W_{BC} 、経路 C→A の過程で、気体が外部にした仕事を W_{CA} とする。

W_{BC} と W_{CA} はそれぞれ次式で示される。ただし、気体が外部にした仕事を正として、[32] と [34] は符号（+または-）を選択しなさい。

$$W_{BC} = [32] [33] \times P_0 V_0 \qquad W_{CA} = [34] [35] \times P_0 V_0$$

(4) 経路 B→C の過程で、状態 B から図に示す状態 X までは気体は熱を吸収し、状態 X から状態 C までは気体は熱を放出する。このとき、状態 X の体積 V_X と状態 B から状態 X までに吸収される熱量 Q_{BX} はそれぞれ次式で示される。

$$V_X = \frac{[36]}{[37]} \times V_0 \qquad Q_{BX} = \frac{[38]}{[39]} \times P_0 V_0$$

(5) 熱効率は、1 サイクルの間に気体が [40] として表される。したがって経路 A→B→C→A の熱効率は $\frac{[41]}{[42] [43]}$ である。

[29] の解答群

- ① 状態 A ② 状態 B ③ 状態 C
④ 経路 AB 間のある一点 ⑤ 経路 BC 間のある一点 ⑥ 経路 CA 間のある一点

[40] の解答群

- ① 吸収した熱量と放出した熱量の差のうち、仕事に変換した割合
② 吸収した熱量のうち、仕事に変換した割合
③ 放出した熱量のうち、仕事に変換した割合
④ 吸収した熱量と放出した熱量の和のうち、仕事に変換した割合

4

右図のような、荷電粒子を加速する装置(サイクロトロン)の原理を考えてみよう。内部が中空で半円形の2つの電極 D_1 と D_2 が真空中で水平に向かい合わせて設置されている(図 1)。 D_1 および D_2 の半径は R_0 であり、両電極間にはすき間(ギャップと呼ぶ)がある。ギャップは R_0 に比べて十分に小さいものとする。電極全体に一樣で一定な磁束密度 B の磁場(磁界)が鉛直上向きにかかっているが、ギャップでの磁場(磁界)はないものとする。また、重力は無視できるものとする。

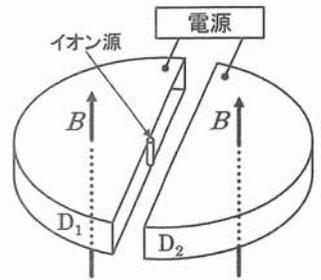


図1:概略図

D_1 が正極、 D_2 が負極となるように電圧 V がかけられているとき、 D_1 の半円の中心部に置いたイオン源から、電荷 $2q$ ($q > 0$)、質量 $3m$ の荷電粒子が初速 0 で放出された。電圧 V による電極間の電場(電界)は一樣で一定であると仮定する。電場(電界)の向きは荷電粒子が電極内を半周するたびに反転し、ギャップを通過する荷電粒子は大きさ V の電圧で常に加速されるものとする(図 2)。44 ~ 59 に入る数字をマークしなさい。ただし、50 は解答群から選びなさい。

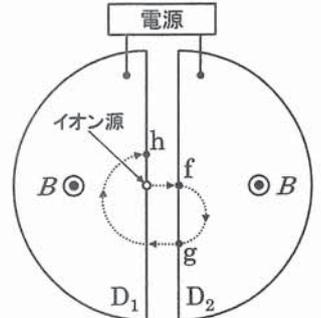


図2:上から見た図

(1) 荷電粒子がギャップを一度通過することによって得られる運動エネルギーは 44 $\times qV$ である。

(2) 荷電粒子が点 f に到達したときの速さ v_f は 45 $\times \sqrt{\frac{qV}{\text{46}m}}$ である。

(3) 荷電粒子は D_2 内で円運動を行う(図 2 の点 f から点 g の経路)。この円運動の

半径は $\frac{1}{B} \times \sqrt{\frac{\text{47}mV}{q}}$ である。また、荷電粒子が D_2 内を通過するのに要する時間は $\frac{\text{48}\pi m}{\text{49}qB}$ である。

(4) イオン源から放出された荷電粒子が、図 2 に示された点線の経路を通過して点 h に至るまでの速さの変化をグラフに表すと、最も適切なグラフは 50 である。

(5) 加速が繰り返されることによって荷電粒子の円運動の半径は次第に大きくなる。円運動の半径が R ($R < R_0$) になったときの荷電粒子の速さ v_R 、このときの荷電粒子が持つエネルギー E_R 、ギャップで加速された回数 n_R はそれぞれ以下の式で表される。

$$v_R = \frac{\text{51}qBR}{\text{52}m} \quad E_R = \frac{\text{53}(qBR)^{\text{54}}}{\text{55}m} \quad n_R = \frac{q(BR)^{\text{56}}}{\text{57}mV}$$

このようにして加速された荷電粒子は、がん診断のための PET(陽電子断層撮影)検査で用いられる放射性同位体の生成に利用されている。PET 検査で用いるフッ素の放射性同位体 $^{58}_{9}\text{F}$ は、酸素の同位体 $^{16}_8\text{O}$ に荷電粒子を当てることにより生成されており、以下の反応式で表される。 $^{16}_8\text{O} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^{58}_{9}\text{F} + ^1_0\text{n}$

50 の解答群 グラフの横軸は時間とし、縦軸は荷電粒子の速さとする。※横軸と縦軸の目盛りはすべてのグラフで同じものとする。

