

医学部医学科理科入試問題

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 生物、物理、化学の3科目から2科目を選択し、解答してください。
2. 解答用紙は、生物1枚(マークシート)、物理1枚(マークシート)、化学1枚(マークシート)となります。
3. 選択しない科目の解答用マークシートには、右上から左下にかけて斜線を引いてください。どの2科目を選択したか、不明確な場合はすべて無効となります。また、選択しない科目の解答用マークシートにも受験番号と氏名を書いてください。

受験番号 0001 氏名 東邦太郎
/

4. 「止め」の合図があったら、上から生物、物理、化学の順に解答用マークシートを重ねて置き、その右側に問題冊子を置いてください。

(受験番号のマークの仕方)

◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子、全ての解答用マークシートに、それぞれ受験番号(4桁)ならびに氏名を記入し、解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずHBの鉛筆を使用し、濃く正しくマークしてください。
 記入マーク例：良い例 ●
 悪い例 ○ ◐ ◑ ◒
3. マークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してください。
4. 解答用マークシートの所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり、汚したりしないでください。

受 験 番 号			
千	百	十	一
0	0	7	2

受 験 番 号			
千	百	十	一
●	●	○	○
○	○	●	○
○	○	○	●
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○

受験番号 氏名

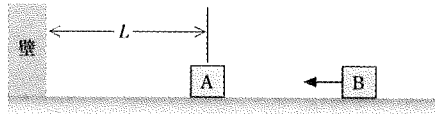
- ・生物の問題は、1ページから19ページまでです。
- ・物理の問題は、20ページから30ページまでです。
- ・化学の問題は、31ページから48ページまでです。

物 理

1 次の文章を読み、各問に答えよ。

図のように、水平でなめらかな床の上に、質量 M [kg] の小さな物体 A が静止している。物体 A の左側へ距離 L [m] だけ離れたところに、床から垂直に立って固定された壁がある。物体 A の右側から、質量 m [kg] の小さな物体 B が床をすべって近づき、速さ v_0 [m/s] で物体 A に弾性衝突した。

物体 A、B は、ともに大きさは無視でき、常に床に接して同一直線上を運動するものとする。床は十分に広く、床と物体 A、B との間に摩擦はない。物体と壁の衝突ならびに物体 A と B の衝突は、すべて弾性衝突になるものとする。なお、物体 A と B の質量は等しくない ($M \neq m$)。



問 1 物体 A と B が最初の衝突を起こした直後、物体 B の速度はいくらか。ただし、図中で左向きは速度を正とする。

- a. $\frac{m}{M+m} v_0$ b. $\frac{2m}{M+m} v_0$ c. $\frac{M}{M+m} v_0$
 d. $\frac{2M}{M+m} v_0$ e. $\frac{m-M}{M+m} v_0$ f. $\frac{M+m}{M-m} v_0$

問 2 物体 A と B が 2 回目の衝突を起こさない条件として適当なものはどれか。

- a. $M \leq \frac{3}{2} m$ b. $M < m$ c. $M > m$ d. $M \geq \frac{3}{2} m$
 e. $M \geq 2m$ f. $M > 2m$ g. $M \geq 3m$ h. $M > 3m$

問 3 物体 A と B が 2 回目の衝突を起こす場合、その衝突位置は壁からどれだけの距離になるか。

- a. $\frac{2m}{m+M} L$ b. $\frac{2M}{m+M} L$ c. $\frac{m}{2m-M} L$ d. $\frac{m+2M}{2m+M} L$
 e. $\frac{m+M}{3m-M} L$ f. $\frac{2m}{3m-M} L$ g. $\frac{2m+M}{4m-M} L$ h. $\frac{m+M}{4m-2M} L$

問 4 物体 A と B が 2 回目の衝突を起こし、その直後、物体 B が静止した場合、 M は m の何倍であるか。

- a. $3 - 2\sqrt{2}$ b. $2 - \sqrt{2}$ c. $\sqrt{3} - 1$
 d. $1 + \sqrt{3}$ e. $2 + \sqrt{3}$ f. $3 + 2\sqrt{2}$

2 次の文章を読み、各問に答えよ。

図1のように、円錐形の容器を、頂点Oを下にして中心軸が鉛直になるように固定した。質量 m [kg] の小球を、点Oから高さ h [m] の位置で、容器内面に沿って水平方向に速さ v_0 [m/s] ですべらせた。小球と容器内面の間に摩擦はなく、小球は常に容器内面に接して運動する。小球が高さ h の位置にあるとき、小球と円錐の中心軸との間の距離は r [m] である。なお、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

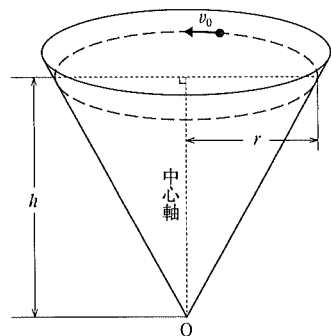


図1

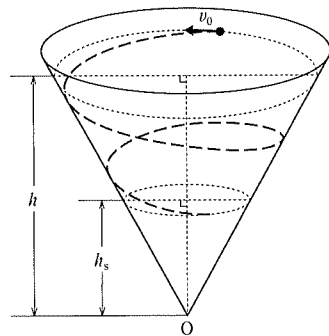


図2

問1 小球が最初と同じ高さ h を保って円運動するには、速さ v_0 はいくらにすべきか。

- a. \sqrt{gh} b. \sqrt{gr} c. $h\sqrt{\frac{g}{r}}$ d. $r\sqrt{\frac{g}{h}}$ e. $\sqrt{2gh}$ f. $\sqrt{2gr}$

問2 前問(問1)の状態、小球の円運動の角速度はいくらか。

- a. $\frac{\sqrt{gh}}{r}$ b. $\frac{2\pi\sqrt{gr}}{h}$ c. $h\sqrt{\frac{g}{r}}$
 d. $2\pi r\sqrt{\frac{g}{h}}$ e. $\frac{\sqrt{2gh}}{r}$ f. $\frac{2\pi\sqrt{2gr}}{h}$

次に、高さ h の位置における小球の速さ v_0 を適当に選ぶと、図2の太い破線のように、最初、小球は容器内面上をらせん状に運動しながら下降を始めた。ただし、点Oに至るまで下降することはない、点Oから高さ h_s [m] の位置で下降から上昇に転じた。その後、小球は容器内面上をらせん状に運動しながら、高さ h と h_s との間で上昇と下降をくり返した。

問3 高さ h_s における小球の速さの2乗は、 v_0 の2乗よりどれだけ大きいか。

- a. gh_s b. $2gh_s$ c. $g\frac{h^2-h_s^2}{h}$
 d. $2g\frac{(h-h_s)^2}{h}$ e. $g(h-h_s)$ f. $2g(h-h_s)$

問4 高さ h_s における小球の速さを、 h , h_s , v_0 で表せ。ただし、円錐の中心軸と小球との間の距離を R [m] とし、そのとき小球がもつ速度の水平成分の大きさを V [m/s] とすると、その積 RV は小球の運動中で常に一定になる。

- a. $\frac{h}{2h_s}v_0$ b. $\frac{h}{h_s}v_0$ c. $\frac{2h}{h_s}v_0$ d. $\sqrt{\frac{h}{h_s}}v_0$
 e. $2\sqrt{\frac{h}{h_s}}v_0$ f. $\left(\frac{h}{h_s}\right)^2v_0$ g. $\left(\frac{h-h_s}{h}\right)^2v_0$

問5 $v_0 = \sqrt{\frac{gh}{n}}$ とする。ただし、 n は2以上4以下の整数とする。このうち、高さ h_s が最も大きくなる n の値を選んだ場合、 h_s はいくらになるか。

- a. $\frac{\sqrt{15}}{8}h$ b. $\frac{\sqrt{17}}{8}h$ c. $\frac{\sqrt{5}}{4}h$
 d. $\frac{1+\sqrt{17}}{8}h$ e. $\frac{1+\sqrt{2}}{4}h$ f. $\frac{1+\sqrt{7}}{4}h$

3 次の文章を読み、各問に答えよ。

図1のように、ピストンのついたシリンダーが水平な床の上に置かれ、その中に物質量 n [mol] の単原子分子理想気体が入っている。ピストンとシリンダーは断熱材でできている。外気の圧力は p_0 [Pa] である。最初、ピストンは静止しており、シリンダー内部の気体の温度は T_0 [K] で、シリンダーの底面からピストンまでの距離は L_0 [m] であった。その後、シリンダーをゆっくりと起こし、図2のように床の上にシリンダーを鉛直に立てて置いた。すると、内部の気体の温度は T_1 [K] となり、シリンダーの底面からピストンまでの距離は L_1 [m] に変わった。ピストンの質量を m [kg]、シリンダーの断面積(ピストンの面積)を S [m²]、重力加速度の大きさを g [m/s²]、気体定数を R [J/(mol·K)] とする。ピストンとシリンダーの間に摩擦はない。なお、断熱変化では、内部気体の圧力 p [Pa] と体積 V [m³] の間に、 $pV^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$ が成り立つ。

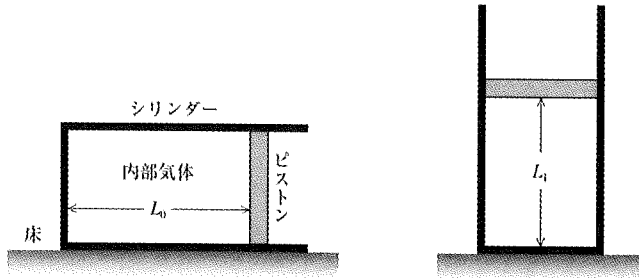


図1

図2

問1 L_1 は L_0 の何倍か。

- a. $\left(\frac{p_0 S}{p_0 S - mg}\right)^{\frac{3}{5}}$ b. $\left(\frac{p_0 S}{p_0 S + mg}\right)^{\frac{3}{5}}$ c. $\left(\frac{p_0 S}{mg}\right)^{\frac{3}{5}}$
 d. $\left(\frac{p_0 S - mg}{p_0 S}\right)^{\frac{5}{3}}$ e. $\left(\frac{p_0 S + mg}{p_0 S}\right)^{\frac{5}{3}}$ f. $\left(\frac{mg}{p_0 S}\right)^{\frac{5}{3}}$

問2 T_1 は T_0 の何倍か。

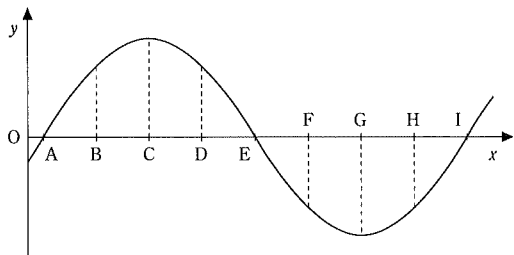
- a. $\left(\frac{p_0 S}{p_0 S - mg}\right)^{\frac{2}{3}}$ b. $\left(\frac{p_0 S}{p_0 S + mg}\right)^{\frac{2}{3}}$ c. $\left(\frac{p_0 S}{mg}\right)^{\frac{2}{3}}$
 d. $\left(\frac{p_0 S - mg}{p_0 S}\right)^{\frac{2}{5}}$ e. $\left(\frac{p_0 S + mg}{p_0 S}\right)^{\frac{2}{5}}$ f. $\left(\frac{mg}{p_0 S}\right)^{\frac{2}{5}}$

問3 シリンダーを鉛直に立たせたことによって、シリンダー内の気体がピストンからされた仕事はいくらか。

- a. $\frac{3}{2} \left(\frac{p_0 S}{p_0 S - mg}\right)^{\frac{2}{3}} nRT_0$ b. $\frac{3}{2} \left[\left(\frac{p_0 S}{p_0 S - mg}\right)^{\frac{2}{3}} - 1\right] nRT_0$
 c. $\left[\left(\frac{p_0 S}{p_0 S - mg}\right)^{\frac{2}{3}} - 1\right] nRT_0$ d. $\frac{3}{2} \left(\frac{p_0 S + mg}{p_0 S}\right)^{\frac{2}{5}} nRT_0$
 e. $\frac{3}{2} \left[\left(\frac{p_0 S + mg}{p_0 S}\right)^{\frac{2}{5}} - 1\right] nRT_0$ f. $\left[\left(\frac{p_0 S + mg}{p_0 S}\right)^{\frac{2}{5}} - 1\right] nRT_0$

4 次の文章を読み、各問に答えよ。

x 軸上を正の向き(図中の右向き)に縦波の正弦波が進んでいる。図は、ある瞬間の媒質において、 x 軸の正の向きへの変位を、 y 軸の正の向きへの変位として描いている。 x 軸上には、等間隔に記号 A ~ I をつけており、A, E, I の各点における媒質の変位は 0 (ゼロ) になっている。なお、各小間における選択肢では、候補とする点を { } で囲んでいる。



問 1 媒質の密度が最も高い点はどれか。

- a. {A, I} b. {C} c. {E} d. {F} e. {G} f. {H}

問 2 媒質の速度が x 軸の負の向きである点はどれか。

- a. {A, B, E, F} b. {A, B, H, I} c. {D, E, F}
d. {F, G, H} e. {G}

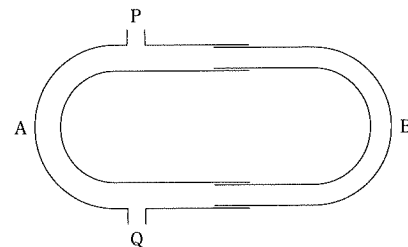
問 3 媒質の加速度が x 軸の正の向きであり、かつその大きさが最大である点はどれか。

- a. {A, I} b. {B} c. {C} d. {D} e. {E} f. {G}

5 次の文章を読み、各問に答えよ。

図のように、2つの円筒型の細い管 A, B を U 字状に曲げ、隙間なく組み合わせている。管 A の位置は固定されているが、管 B は左右に移動できる。管 A, B のどちらも、管壁の厚さは無視でき、直径は同じであると見なせる。管 A と B は一つの管のように連続的につながったものと考えてよい。管 A には離れた場所に 2 つの小さな穴 P, Q が空いている。最初、管 B をある位置で止めておく。そのとき、PQ 間の経路は、管 A だけを通る左側の経路(PAQ)よりも、管 B を途中で通る右側の経路(PBQ)の方が長い。

P から音を管内に送り、Q で音を聞く。P での音の振動数を 300 Hz から 450 Hz までゆっくりと大きくしていったところ、途中、振動数 330 Hz と 440 Hz の時のみ、どちらも同程度に音が最も大きく聞こえた。なお、音の速さを 330 m/s とし、穴 P と Q は管 B によってふさがれることはないものとする。



問 1 P から送る音の振動数を 450 Hz よりさらに高くしてゆくと、Q で再び音が最も大きく聞こえるのは、P での音の振動数が何 Hz のときか。

- a. 480 b. 510 c. 550 d. 590 e. 610 f. 660

問 2 前問のとき、P から Q までの左右の経路(PAQ, PBQ)の差は何 m か。

- a. 0.6 b. 1.0 c. 2.5 d. 3.0 e. 6.0 f. 8.5

問 3 振動数 330 Hz と 440 Hz の間で、Q で聞く音が最も小さくなるのは何 Hz の振動数のときか。

- a. 345 b. 360 c. 385 d. 400 e. 415 f. 420

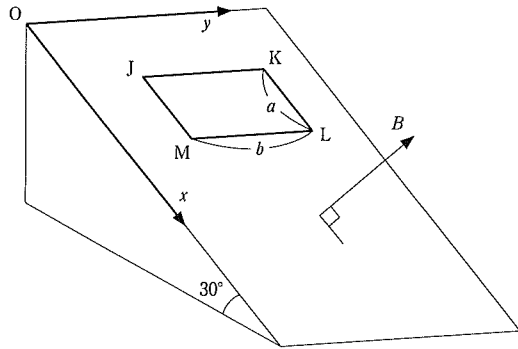
問 4 ここで、P から送る音の振動数を 330 Hz に固定し、管 B をゆっくり右に移動していった。Q で聞く音は一度小さくなり、やがてまた大きくなった。移動を始めてから最初に音が最も大きくなるのは、B を何 m 右に移動させたときか。

- a. 0.2 b. 0.5 c. 0.7 d. 1.0 e. 1.6 f. 2.0

6 次の文章を読み、各問に答えよ。

図のように、水平面と傾斜角 30° をなす斜面がある。斜面上に、質量 m [kg]、電気抵抗 R [Ω] の長方形の1巻きコイル JKLM が置いてある。斜面上には xy 座標を定めており、コイルの辺 KL と MJ は x 軸に平行に、辺 JK と LM は y 軸に平行になっている。辺の長さは x 軸方向に a [m]、 y 軸方向に b [m] である。斜面に垂直上向きに磁場が加えられ、その磁束密度の大きさ B [T] は x 座標のみの関数として、 $B = hx$ で与えられる。ただし、 h [T/m] は正の定数である。斜面は十分に長く、コイルのすべての辺は常に斜面に接している。さらに、コイルは斜面上で回転することなく、 x 軸方向にすべって運動する。なお、コイルの自己インダクタンスは無視でき、コイルと斜面の間に摩擦はないものとする。電子の電荷を $-e$ [C]、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

最初、辺 JK を $x = 0$ m の位置で斜面上に静止させていた。その後、静止させていたコイルを静かに放したところ、コイルは x 軸の正の向きに下降し始めた。そして、コイルの速さが v [m/s] になった瞬間に、辺 JK は $x = X$ [m] にあり、そのときのコイルの加速度を A [m/s²] とする。



問 1 辺 JK 内に存在する電子にはたらくローレンツ力の大きさはいくらか。

- a. $evha$ b. $evhb$ c. $evhX$
 d. $evh(X+a)$ e. $\frac{\sqrt{3} evhX}{2}$

問 2 前問(問 1)のローレンツ力の向きはどれか。

- a. x 軸の正の向き b. x 軸の負の向き c. y 軸の正の向き d. y 軸の負の向き

問 3 コイル全体に生じる誘導起電力の大きさはいくらか。

- a. $vhab$ b. $vhXb$ c. $vh(X+a)b$
 d. $vh(2X+a)b$ e. $2vhXb$

問 4 磁場によってコイルにはたらく力の大きさはいくらか。

- a. $\frac{vh^2ab}{R}$ b. $\frac{vh^2a^4}{R}$ c. $\frac{vh^2b^4}{R}$ d. $\frac{vh^4a^2b^2}{R}$ e. $\frac{vh^2a^2b^2}{R}$

問 5 コイルの加速度 A はいくらか。ただし、 x 軸の正の向きを加速度の正の向きとする。

- a. $-\frac{vh^2a^2b^2}{mR}$ b. $\frac{vh^4ab}{mR}$ c. $\frac{g}{2} + \frac{vh^2ab}{mR}$ d. $\frac{g}{2} - \frac{vh^2a^4}{mR}$
 e. $\frac{g}{2} - \frac{vh^4b^2}{mR}$ f. $\frac{g}{2} + \frac{vh^4ab}{mR}$ g. $\frac{g}{2} - \frac{vh^2a^2b^2}{mR}$ h. $\frac{g}{2} - \frac{vha^2b^2}{mR}$

問 6 コイルが動き始めてから速さ v の状態に至るまでに発生したジュール熱はいくらか。

- a. mgX b. $\frac{mgX}{2}$ c. $\frac{mv^2}{2}$ d. $mgX - \frac{mv^2}{2}$
 e. $mgX + \frac{mv^2}{2}$ f. $\frac{m}{2}(gX - v^2)$ g. $\frac{m}{2}(gX + v^2)$ h. 0

コイルが下降を始めてからしばらく時間がたつと、コイルは一定の速さで下降する状態になったものとして、問 7 と問 8 に答えよ。

問 7 その一定の速さはいくらか。

- a. $\frac{mgR}{2h^4ab}$ b. $\frac{2mgR}{h^4a^2b^2}$ c. $\frac{mgR}{2h^2a^2}$ d. $\frac{mgR}{h^4a^2b^2}$
 e. $\frac{mgR}{h^2ab}$ f. $\frac{mgR}{2h^2a^2b^2}$ g. $\frac{mgR}{2h^4b^2}$ h. $\frac{mgR}{hab}$

問 8 この状態において、コイルで消費する電力はいくらか。

- a. $\frac{mgR}{2hab}$ b. $\left(\frac{mg}{hab}\right)^2 R$ c. $\left(\frac{mg}{2hab}\right)^2 R$ d. $\left(\frac{mg}{h^2ab}\right)^2 R$
 e. $\left(\frac{mg}{2ha^2b^2}\right)^2 R$ f. $\left(\frac{mg}{ha^2}\right)^2 R$ g. $\left(\frac{mg}{hb^2}\right)^2 R$ h. $\left(\frac{mg}{2h^2a^2b^2}\right)^2 R$

7 次の文章を読み、各問に答えよ。

原子番号 Z の原子核と、その原子核の中心から距離 r [m] の位置にある α 粒子を考える。原子核と α 粒子をともに質点とみなし、原子核は位置を変えず動かないものとする。なお、 α 粒子の質量を m [kg]、電気素量を e [C]、クーロンの法則の比例定数を k [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$] とする。



問1 α 粒子がもっている、静電気力による位置エネルギーはいくらか。ただし、原子核から無限遠にあるときの位置エネルギーを基準にとるものとする。

- a. $-\frac{4kZe^2}{r}$ b. $-\frac{2kZe^2}{r}$ c. $-\frac{kZe^2}{r}$
 d. $\frac{kZe^2}{r}$ e. $\frac{2kZe^2}{r}$ f. $\frac{4kZe^2}{r}$

問2 次に、 α 粒子が十分遠方で運動エネルギー K [J] を得て、原子核の中心に向かって飛来し、やがて原子核による α 粒子の散乱が起こったものとする。この過程で、 α 粒子がとり得る原子核との間の最短距離はいくらか。

- a. $\frac{kZe^2}{4K}$ b. $\frac{kZe^2}{2K}$ c. $\frac{kZe^2}{K}$ d. $\frac{2kZe^2}{K}$ e. $\frac{4kZe^2}{K}$ f. 0