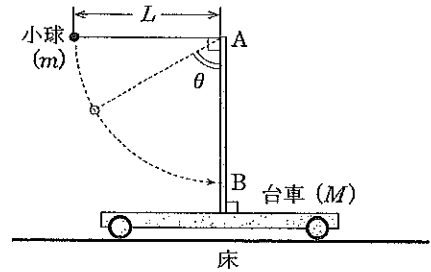


平成 27 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題  
一般入学試験（物理）

次の 1 ～ 36 の問題に答えなさい。設問の解答は最も適切な数式、数値または文章を指定の解答群より 1 つ選びなさい。  
〔解答番号 1 ～ 36 〕

1 図のように、水平でなめらかな床の上に、質量  $M$  の台車をのせる。台車には鉛直な壁があり、その壁の頂点  $A$  に質量の無視できる長さ  $L$  の糸の一端を固定し、もう一方の端に大きさの無視できる質量  $m$  の小球を取りつける。はじめ、台車も小球も静止しており、糸はたるまない状態で図のように水平になっている。小球と壁の反発係数を  $e$  ( $0 < e < 1$ )、重力加速度の大きさを  $g$  として、次の問いに答えなさい。なお、運動は全て図の紙面内でおこり、空気抵抗は無視できるものとする。



(1) 台車が固定されている場合

はじめの状態から小球を静かにはなすと、小球は円軌道を描き、点  $B$  で壁と衝突した。衝突直前の小球の速さを求めると 1, そのときの糸の張力の大きさは 2  $\times g$  である。この衝突後、小球が最高点に達したときに糸と鉛直方向のなす角を  $\theta_0$  とすれば、 $\cos \theta_0 =$  3 である。

(2) 台車が固定されていない場合

はじめの状態から小球を静かにはなすと、小球は台車上で観察すると円軌道を描き、点  $B$  で壁と衝突した。衝突直前の小球の速さ  $v_1$ 、そのときの糸の張力の大きさ  $T$ 、その間の台車の移動距離  $x$  は、それぞれ次式で示される。

$$v_1 = M \times \sqrt{\frac{4}{5}} \quad T = \left( \frac{6}{8} + \frac{7}{8} \right) \times g \quad x = \frac{9}{10} \times L$$

この 1 回目の衝突後、小球が最高点に達したときに糸と鉛直方向のなす角を  $\theta_1$  とすれば、 $\cos \theta_1 =$  11 である。

小球と壁が衝突をくり返し十分に時間がたったとき、はじめの状態から失われた力学的エネルギーは 12 である。またこのとき、台車は 13 。

1 の解答群

- ①  $\sqrt{gL}$  ②  $\sqrt{2gL}$  ③  $2\sqrt{gL}$  ④  $\sqrt{3gL}$  ⑤  $e\sqrt{gL}$  ⑥  $e\sqrt{2gL}$  ⑦  $2e\sqrt{gL}$  ⑧  $e\sqrt{3gL}$

2, 6, 9 の解答群

- ①  $m$  ②  $2m$  ③  $3m$  ④  $4m$  ⑤  $5m$  ⑥  $\frac{1}{2}m$  ⑦  $\frac{\sqrt{2}}{2}m$  ⑧  $\frac{\sqrt{3}}{2}m$

3, 11 の解答群

- ① 1 ②  $1 - e$  ③  $1 - e^2$  ④  $1 - \frac{m}{M}e$  ⑤  $1 - \frac{m}{M}e^2$  ⑥  $1 - \frac{m}{m+M}e$  ⑦  $1 - \frac{m}{m+M}e^2$

4 の解答群

- ①  $L$  ②  $2L$  ③  $3L$  ④  $gL$  ⑤  $2gL$  ⑥  $3gL$

5, 7 の解答群

- ①  $m^2$  ②  $2m^2$  ③  $3m^2$  ④  $mM$  ⑤  $2mM$  ⑥  $3mM$  ⑦  $m^2 + M^2$  ⑧  $m^2 + mM$  ⑨  $M^2 + mM$

8, 10 の解答群

- ①  $M$  ②  $2M$  ③  $3M$  ④  $4M$  ⑤  $5M$  ⑥  $m + M$  ⑦  $2m + M$  ⑧  $m + 2M$

12 の解答群

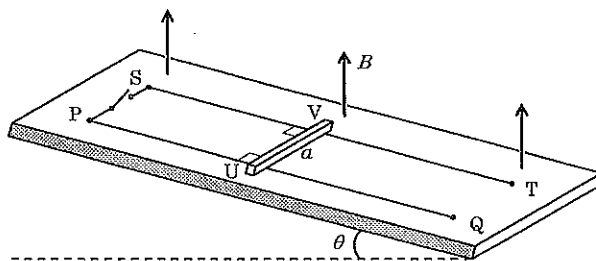
- ①  $mgL$  ②  $mgL \cos \theta_1$  ③  $mgL(1 - \cos \theta_1)$  ④  $mgL + \frac{1}{2}mv_1^2$  ⑤  $mgL \cos \theta_1 + \frac{1}{2}mv_1^2$  ⑥  $mgL(1 - \cos \theta_1) + \frac{1}{2}mv_1^2$

13 の解答群

- ① はじめの位置より左側で等速度運動している ② はじめの位置より右側で等速度運動している  
③ はじめの位置より左側で等加速度運動している ④ はじめの位置より右側で等加速度運動している  
⑤ はじめの位置より左側で静止している ⑥ はじめの位置より右側で静止している  
⑦ はじめの位置で静止している

平成 27 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題  
一般入学試験（物理）

2 図のように、鉛直上向きで一様な磁場（磁束密度  $B$ ）の中に、水平面と角度  $\theta$  をなす斜面がある。この斜面の上に電気抵抗を無視できる 2 本の導線 PQ および ST を平行に固定した。辺 PQ と辺 ST の間隔は  $l$  で、PS 間にはスイッチが取り付けられている。まず、スイッチを閉じた状態で質量  $m$ 、電気抵抗  $R$  の細い金属棒  $a$  を導線に静かにのせたとこ、金属棒  $a$  は導線 PQ および ST に常に直角をなしたまま、滑らかに斜面をすべりはじめた。金属棒  $a$  と導線が接する点をそれぞれ U および V とする。



(1) 金属棒  $a$  の速度が  $v$  になったとき閉回路 PSVU を貫く磁束の単位時間あたりの変化は [ 14 ] である。

- ①  $+\frac{Blv}{\sin\theta}$  ②  $+\frac{Blv}{\cos\theta}$  ③  $+Blv\sin\theta$  ④  $+Blv\cos\theta$  ⑤  $-\frac{Blv}{\sin\theta}$  ⑥  $-\frac{Blv}{\cos\theta}$  ⑦  $-Blv\sin\theta$  ⑧  $-Blv\cos\theta$  ⑨ 0

(2) 速度  $v$  での金属棒に流れる電流の大きさは [ 15 ] である。

- ①  $\frac{BIRv}{\sin\theta}$  ②  $\frac{BIRv}{\cos\theta}$  ③  $BIRv\sin\theta$  ④  $BIRv\cos\theta$  ⑤  $\frac{Blv}{R\sin\theta}$  ⑥  $\frac{Blv}{R\cos\theta}$  ⑦  $\frac{Blv\sin\theta}{R}$  ⑧  $\frac{Blv\cos\theta}{R}$  ⑨ 0

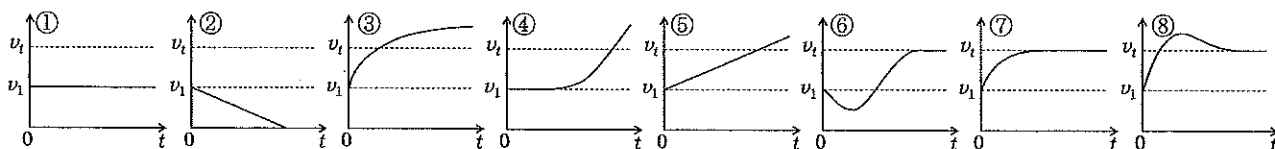
(3) 金属棒  $a$  で消費される単位時間あたりのエネルギーは [ 16 ] である。

- ①  $BIRv^2\sin^2\theta$  ②  $B^2l^2R^2v^2\sin^2\theta$  ③  $\frac{Blv^2\sin^2\theta}{R}$  ④  $\frac{B^2l^2v^2\sin^2\theta}{R}$  ⑤  $\frac{B^2l^2v^2}{R\sin^2\theta}$   
⑥  $BIRv^2\cos^2\theta$  ⑦  $B^2l^2R^2v^2\cos^2\theta$  ⑧  $\frac{Blv^2\cos^2\theta}{R}$  ⑨  $\frac{B^2l^2v^2\cos^2\theta}{R}$  ⑩  $\frac{B^2l^2v^2}{R\cos^2\theta}$

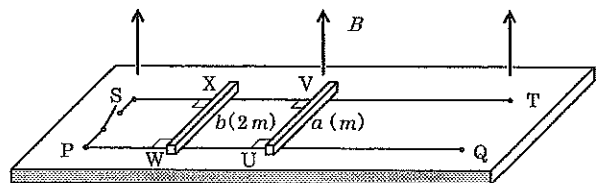
(4) 重力加速度を  $g$  とすると、金属棒  $a$  の終端速度  $v_t$  は [ 17 ] である。

- ①  $\frac{mg\sin\theta}{Bl\cos\theta}$  ②  $\frac{mgR\sin\theta}{Bl\cos\theta}$  ③  $\frac{mgR\sin\theta}{B^2l^2\cos^2\theta}$  ④  $\frac{mgR\sin\theta}{2Bl\cos\theta}$  ⑤  $\frac{mgR\cos\theta}{2B^2l^2\sin^2\theta}$   
⑥  $\frac{mg\cos\theta}{Bl\sin\theta}$  ⑦  $\frac{mgR\cos\theta}{Bl\sin\theta}$  ⑧  $\frac{mgR\cos\theta}{B^2l^2\sin^2\theta}$  ⑨  $\frac{mgR\cos\theta}{2Bl\sin\theta}$  ⑩  $\frac{mgR\sin\theta}{2B^2l^2\cos^2\theta}$

(5) 終端速度  $v_t$  より小さい初速度  $v_1$  で金属棒  $a$  をすべらせた。運動を始めた時間を 0 とし、速度と時間  $t$  との関係を表すグラフは [ 18 ] である。



次に角度  $\theta$  を 0 とし、スイッチを開いた状態で質量  $m$ 、電気抵抗  $R$  の細い金属棒  $a$  を導線上に置く。さらに辺 PU および SV の中点に質量  $2m$ 、電気抵抗が  $2R$  の細い金属棒  $b$  を置き、導線と接する点をそれぞれ W および X とする。2 本の金属棒が静止した状態から、金属棒  $a$  に対して右側に初速度  $v_2$  を与えたところ、 $t$  秒後に 2 つの金属棒の速度は一定となった。金属棒  $a$  および  $b$  は導線 PQ および ST に常に直角をなしたまま、滑らかに導線上をすべるものとする。



(6) 速度が一定になる前の金属棒  $a$  および  $b$  の速度は、それぞれ  $v_a$  および  $v_b$  であった。金属棒  $a$  および  $b$  にはたらく力は、それぞれ、 $F_a =$  [ 19 ],  $F_b =$  [ 20 ] である。ただし、右方向を正とする。

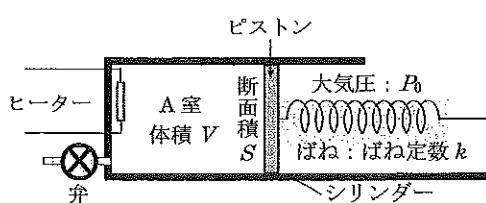
- ①  $+B^2l^2R(v_a-v_b)$  ②  $+2B^2l^2R(v_a-v_b)$  ③  $+\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{R}$  ④  $+\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{2R}$  ⑤  $+\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{3R}$   
⑥  $-B^2l^2R(v_a-v_b)$  ⑦  $-2B^2l^2R(v_a-v_b)$  ⑧  $-\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{R}$  ⑨  $-\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{2R}$  ⑩  $-\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{3R}$

(7) 金属棒  $a$  に初速度  $v_2$  を与えてから  $t$  秒までに閉回路 UVXW で消費されたエネルギーは [ 21 ] である。

- ①  $mv_2^2$  ②  $\frac{1}{2}mv_2^2$  ③  $\frac{1}{3}mv_2^2$  ④  $\frac{2}{3}mv_2^2$  ⑤  $\frac{1}{4}mv_2^2$  ⑥  $\frac{3}{4}mv_2^2$  ⑦  $\frac{1}{5}mv_2^2$  ⑧  $\frac{2}{5}mv_2^2$  ⑨  $\frac{3}{5}mv_2^2$  ⑩  $\frac{4}{5}mv_2^2$

平成 27 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題  
一般入学試験（物理）

- 3 図のようにシリンダーが水平横向きに固定され、このシリンダーの内壁に沿ってなめらかに動く断面積  $S$  のピストンがはめ込まれている。ピストンはばね定数  $k$  のばねで壁に取りつけられている。シリンダーとピストンは断熱材でできており、A 室には気体を暖めるためのヒーターと気体を注入あるいは排気するための弁が取り付けられている。ピストンの右側は大気圧  $P_0$  の外気に接している。気体定数を  $R$  として、次の問いに答えなさい。



ただし、解答欄 24~36 の一つ一つには、それぞれ 0 から 9 までの数字のいずれか一つが入るものとして、解答群から適するものを選びなさい。また解答の分数は既約分数になるようにすること。

- (1) A 室の空気を弁から排気して真空にしたとき、ピストンは左に動いて A 室の体積が  $\frac{1}{5}V$  になった。このとき、ばねの伸び  $x$  は 22 と表せる。ピストンにおける力のつり合いの式は 23 である。

従って、ばね定数  $k$  は以下の式で示される。

$$k = \frac{24}{25} \times \frac{P_0 S^2}{V}$$

- (2) 次に、弁から A 室に絶対温度  $T$  の単原子分子のみからなる理想気体をゆっくり注入し、A 室の体積が  $\frac{4}{5}V$  になったところで弁を閉じた。A 室の圧力  $P_1$ 、A 室に注入された気体のモル数  $n$  はそれぞれ以下の式で示される。

$$P_1 = \frac{26}{27} \times P_0 \quad n = \frac{28}{29} \times \frac{P_0 V}{RT}$$

- (3) この後、ヒーターを使って A 室の体積が  $V$  になるまでゆっくり加熱した。

- (i) この加熱後の気体の温度  $T_1$  は以下の式で示される。

$$T_1 = \frac{30}{31} \times T$$

- (ii) この加熱による内部エネルギーの増加  $\Delta U$  は以下の式で示される。

$$\Delta U = \frac{32}{33} \times P_0 V$$

- (iii) この加熱によって気体のした仕事  $W$  は以下の式で示される。なお、解答が  $\frac{1}{5}$  のような場合は、 $\frac{1}{05}$  として選択しなさい。

$$W = \frac{34}{35} \frac{34}{36} \times P_0 V$$

22 の解答群

- ①  $\frac{VS}{5}$    ②  $\frac{4VS}{5}$    ③  $\frac{S}{5V}$    ④  $\frac{4S}{5V}$    ⑤  $\frac{V}{5S}$    ⑥  $\frac{4V}{5S}$    ⑦  $\frac{1}{5SV}$    ⑧  $\frac{4}{5SV}$

23 の解答群

- ①  $P_0 V = kx$    ②  $P_0 V = kS$    ③  $P_0 x = kV$    ④  $P_0 x = kS$   
⑤  $P_0 S = kV$    ⑥  $P_0 S = kx$    ⑦  $P_0 k = xV$    ⑧  $P_0 k = xS$

24 ~ 36 の解答群

- ① 1   ② 2   ③ 3   ④ 4   ⑤ 5   ⑥ 6   ⑦ 7   ⑧ 8   ⑨ 9   ⑩ 0