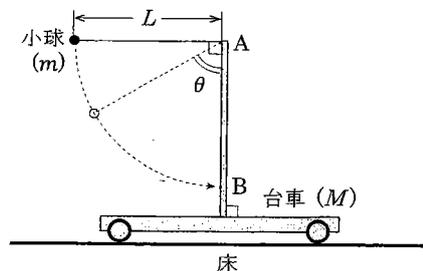


平成 27 年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（物理）

次の 1 ～ 3 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 の小球をとりつける。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 θ_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 θ_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

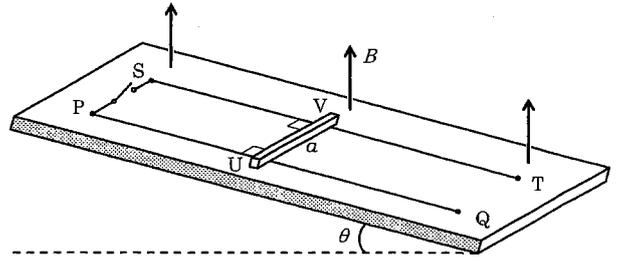
- ① mgL ② $mgL \cos \theta_1$ ③ $mgL (1 - \cos \theta_1)$ ④ $mgL + \frac{1}{2}mv_1^2$ ⑤ $mgL \cos \theta_1 + \frac{1}{2}mv_1^2$ ⑥ $mgL (1 - \cos \theta_1) + \frac{1}{2}mv_1^2$

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 θ 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ろ、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 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 である。

- ① $\frac{BlRv}{\sin\theta}$ ② $\frac{BlRv}{\cos\theta}$ ③ $BlRv\sin\theta$ ④ $BlRv\cos\theta$ 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

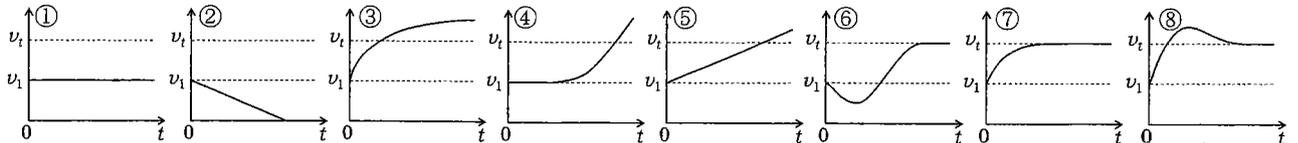
(3) 金属棒 a で消費される単位時間あたりのエネルギーは である。

- ① $BlRv^2\sin^2\theta$ 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 $BlRv^2\cos^2\theta$ 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 $\frac{B^2l^2v^2}{R\cos^2\theta}$

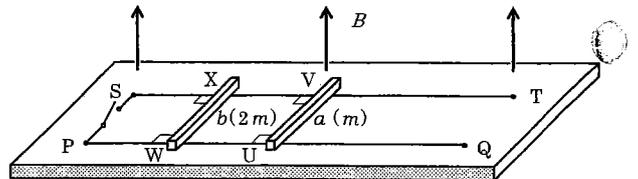
(4) 重力加速度を g とすると、金属棒 a の終端速度 v_t は である。

- 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 である。



次に角度 θ 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、 $F_a =$, $F_b =$ である。ただし、右方向を正とする。

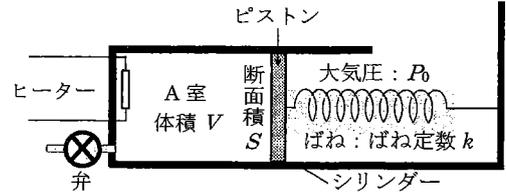
- ① $+B^2l^2R(v_a-v_b)$ ② $+2B^2l^2R(v_a-v_b)$ ③ $+\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{R}$ ④ $+\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{2R}$ ⑤ $+\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{3R}$
⑥ $-B^2l^2R(v_a-v_b)$ ⑦ $-2B^2l^2R(v_a-v_b)$ ⑧ $-\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{R}$ ⑨ $-\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{2R}$ ⑩ $-\frac{B^2l^2(v_a-v_b)}{3R}$

(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 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 ΔU 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