

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程
生命科学部A方式Ⅱ日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～18
生 物	20～31

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 生物は生命科学部(環境応用化学科・応用植物科学科)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(建築学科), 理工学部(電気電子工学科・経営システム工学科・創生科学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

(物 理)

注意 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入すること。

解答用紙の余白は計算に使用してもよいが、採点の対象とはしない。

〔I〕 以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

図1に示すように、質量 $3m$ の小物体 A が質量の無視できるばねに結ばれ、水平面から 30° 傾いた滑らかな斜面上の点 O で静止している。このとき、ばねの自然の長さからの縮みは d であった。

- 1 A にはたらく重力の斜面方向成分の大きさはいくらか。
- 2 ばねのばね定数はいくらか。

この状態で、質量 m の小物体 B が斜面に沿って速さ v で A に衝突し、その後 A は斜面に沿って下方に、B は斜面に沿って上方に進んだ。そして、A は最下点に達したのち斜面を上方に進み、B は最高点に達したのち斜面を下方に進んだ。A と B との間の反発係数は 1 とし、A と B の衝突はきわめて短い時間の間に起こるので、ばねから受ける力および重力による力積は考えなくてよいとする。

- 3 衝突直後の A の速さを求めよ。
- 4 A が最下点に達したとき、ばねの自然の長さからの縮みはいくらか。
- 5 衝突直後の B の速さを求めよ。
- 6 B が最高点に達したとき、点 O からの距離はいくらか。
- 7 衝突後、B がはじめて点 O に戻るまでの時間を求めよ。ただし、B は点 O に戻るまでの間、A とは衝突しないものとする。
- 8 衝突後、A がはじめて点 O に戻るまでの時間が、小問 7 と同じであるとき、 v と d の関係を式で表せ。

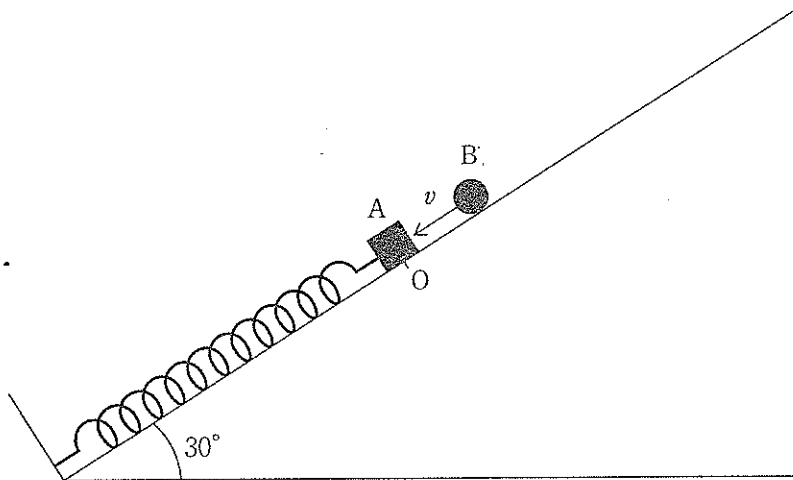


图 1

物理

〔Ⅱ〕 負荷の抵抗値を求めるために、電池、電流計、電圧計を接続し、電流、電圧を測定した。ただし、導線の抵抗、電池の内部抵抗は無視できるとし、以下の問いに答えよ。

- (a) 図 2-1 に示すように、いずれも内部抵抗の影響を無視できる理想的な電流計と電圧計を接続し測定したところ、電流計が i 、電圧計が v を示したとする。この場合の負荷の抵抗値を i 、 v を用いて表せ。

実際には、電流計、電圧計の内部抵抗が負荷の測定値に影響を与える。図 2-2 に示すように電流計は内部抵抗 r_A 、電圧計は内部抵抗 r_V におきかえ、その影響を考える。

- (b) 図 2-3 に示すように、電流計 (内部抵抗 r_A)、電圧計 (内部抵抗 r_V) を接続し測定したところ、電流計は i_1 、電圧計は v_1 を示した。負荷の抵抗値を i_1 、 v_1 、 r_A 、 r_V のうち必要なものを用いて表せ。
- (c) つぎに、図 2-3 の回路を図 2-4 のように接続しなおし測定したところ、電流計は i_2 、電圧計は v_2 を示した。負荷の抵抗値を i_2 、 v_2 、 r_A 、 r_V のうち必要なものを用いて表せ。

実際に図 2-3 の回路で測定したところ、電流計は 40 mA、電圧計は 10 V を示した。その後、図 2-4 のように接続したところ、電流計は 15 mA、電圧計は 12 V を示した。この結果をもとに、

- (d) r_A を数値で求めよ。
- (e) 負荷の抵抗値を数値で求めよ。
- (f) r_V を数値で求めよ。
- (g) 図 2-3、図 2-4 のどちらの回路の測定値で計算した方が、(e) で求めた負荷の抵抗値に近いか。図番号で答えよ。

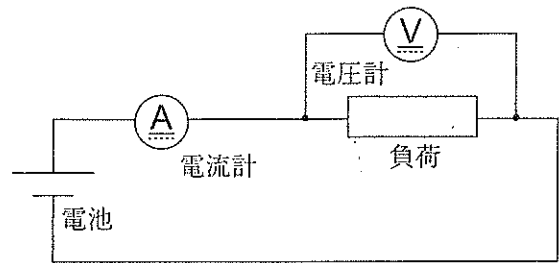


圖 2 - 1

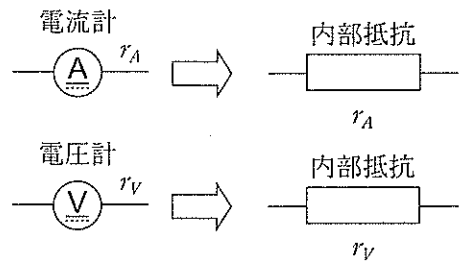


圖 2 - 2

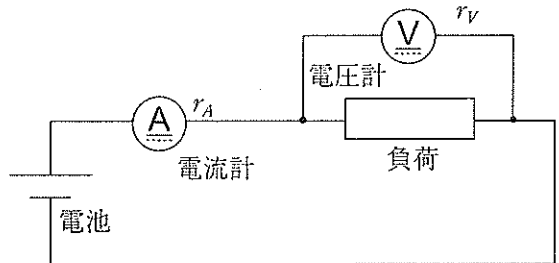


圖 2 - 3

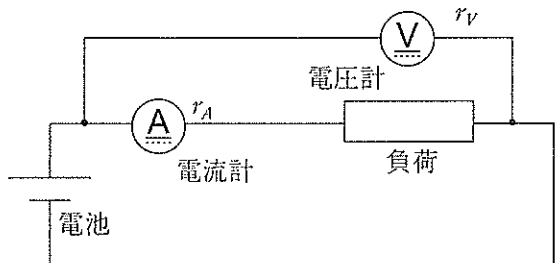


圖 2 - 4

物理

〔Ⅲ〕 以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

図 3-1 に示すように、同一鉛直平面内に摩擦の無視できるレールが固定されている。

実験 1

レール左端の地面からの高さが $2h$ の点 a に、質量 m の小球 A を置き静かに手をはなした。小球 A はレール上をすべり、高さ h の点 b から右向きに 45° の角度で空中に向けて飛び出した。その後、点 c で最高点をむかえたのち放物線を描きながら落下し、高さ h の点 d で初めてレールに衝突した。

- (1) 点 c の地面からの高さを h を用いて表せ。
- (2) bd 間の距離を h を用いて表せ。

実験 2

図 3-2 に示すように、質量 m の小球 B を質量の無視できるじゅうぶんな長さ l のひもを用いて吊るし、小球 B が実験 1 の点 c で静止するようにした。

この状態で、再び小球 A を点 a から静かにはなした。小球 A は、図 3-3 に示すように、小球 B に反発係数 1 の弾性衝突をしたのち落下し、地面からの高さ h の点 e で初めてレールに衝突した。また、小球 B は振り子となって単振動をはじめた。

- (3) be 間の距離を h を用いて表せ。
- (4) 小球 B が振り子となって振動する際の角振動数を g および l を用いて表せ。

つぎに、図 3-4 に示すように、単振動をしている小球 B の糸を、小球 B が右側に向かって移動し、ちょうど点 c の位置となったときに切り離した。小球 B は放物線を描きながら落下し、地面からの高さ h の点 f で初めてレールと衝突した。

- (5) bf 間の距離を h を用いて表せ。
- (6) 実験 1 から 2 を通して、小球 A の速さが最大となるときの速さを、 h および g を用いて表せ。ただし、各実験の開始から、小球 A がレールと初めて衝突した時点までを対象とする。
- (7) 実験 2 において、小球 B の速さが最大となるときの速さを、 h および g を用いて表せ。ただし、実験の開始から、小球 B がレールと初めて衝突した時点までを対象とする。

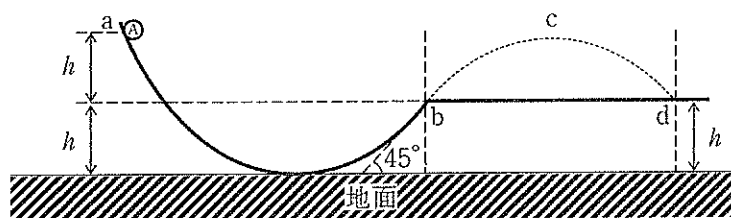


图 3-1

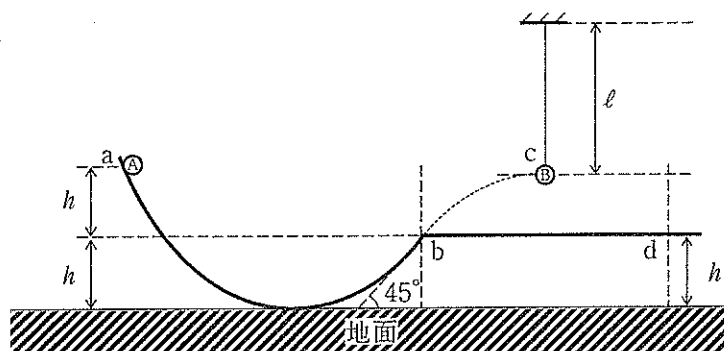


图 3-2

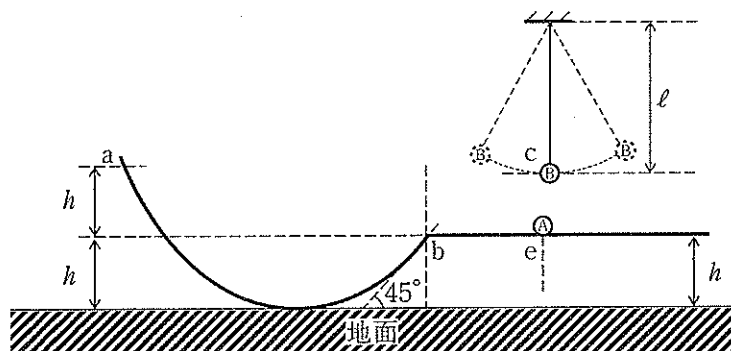


图 3-3

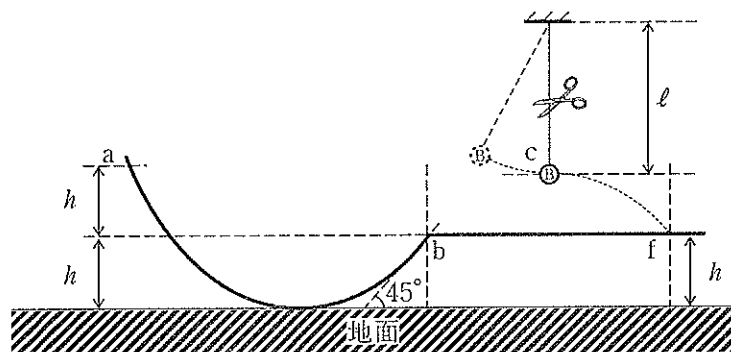


图 3-4

物理

[IV] スピードガンは送り出した波が運動する物体に反射される際に受けるドップラー効果を利用して物体の速さを計測する。図4-1のように一定の速さ v で運動するボールの正面からスピードガンの超音波(音速 c)を発射する。以下の問いに答えよ。ただし超音波の振動数は f とし、風は吹いていないものとする。

- (イ) ボールで観測される超音波の振動数はいくらか。
- (ロ) 超音波がボールで反射しスピードガンに戻ってきた反射波の振動数はいくらか。
- (ハ) 送り出した超音波と反射波によるうなりの振動数を N とするとき、 N を v , c , f を使って表せ。
- (ニ) ボールの速さ v を N , c , f を使って表せ。
- (ホ) 超音波の振動数 $f = 3 \text{ kHz}$ のとき、うなりの振動数 $N = 800 \text{ Hz}$ であった。ボールの速さ v は何 km/h か。ただし音速 $c = 340 \text{ m/s}$ とする。

つぎに図4-2のようにボールの運動方向に対しじゅうぶん遠方の斜めから超音波を発射し、ボールと超音波の進行方向のなす角度が θ となった瞬間に速さを計測する。

- (ヘ) ボールで観測される超音波の振動数はいくらか。
- (ト) このときのうなりの振動数を M とするとき、観測されたボールの速さを M , c , f を使って表せ。
- (チ) $\theta = 60^\circ$ のとき、(ホ)と同じ速さのボールはスピードガンでは何 km/h と計測されるか。



图 4 - 1

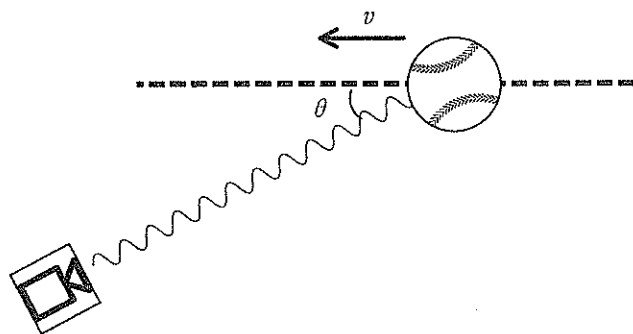


图 4 - 2