

山形大学

平成30年度入学者選抜試験問題

理学部 理学科 (物理学分野受験)
医学部 医学科

理 科

(物 理)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は1ページから6ページまでです。
- 3 問題は、第1問から第3問までの3問です。
- 4 問題の解答を、それぞれ対応した番号の解答用紙に書いてください。
- 5 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 6 監督者の指示にしたがって、解答用紙に大学受験番号を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
- 7 解答用紙に印刷されている注意事項をよく読み、指示にしたがって解答してください。
- 8 問題を解く際の計算があれば、途中計算も解答用紙に書いてください。
- 9 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

第1問 図のように、高さ H の台 A が水平でなめらかな床の上に置かれている。台 A には長さ L の水平でなめらかな上面がある。その左側には壁があり、右側にはあらい斜面がある。床に沿って x 軸（右向きを正）をとる。 $x = 0$ に台 A の壁面がある。台 A の上面の水平部分に小物体 B が置かれている。台 A と小物体 B の質量をそれぞれ M , m とし、重力加速度の大きさを g とする。以下の問いに答えよ。

小物体 B に x 軸負の向きに速さ v_0 の初速度を与える。小物体 B はやがて静止している台 A の壁面に衝突する。

問1 台 A の壁面と小物体 B の間のはね返り係数（反発係数）を e とするとき、衝突後の台 A の速度 V と小物体 B の速度 v をそれぞれ求めよ。

問2 衝突の前後で台 A と小物体 B の力学的エネルギーの和はどれだけ変化したか、 V や v を用いずに表せ。

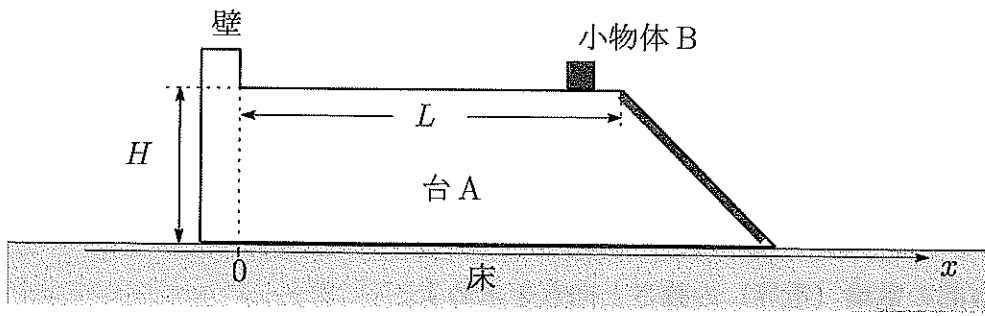
衝突後の小物体 B が台 A から飛び出し、斜面に触れることなく床に到達する場合を考える。

問3 衝突が起きてから小物体 B が床に到達するまでの時間と小物体 B が床に到達する位置の x 座標を求めよ。 v や V を用いて表してもよい。

衝突後の小物体 B が斜面をすべり、斜面の途中の床から高さ h の位置で台 A に対して静止する場合を考える。

問4 小物体 B が斜面上で静止した後の台 A の速度を求めよ。

問5 小物体 B が斜面上で静止した後の台 A と小物体 B の力学的エネルギーの和は、衝突前と比べてどれだけ変化したか求めよ。



第2問 極板間隔 d 、電気容量 C の平行板コンデンサーに電気量 Q を充電し、電源から切り離れた。極板面積は十分広く、極板間隔は十分小さいものとして、以下の問いに答えよ。

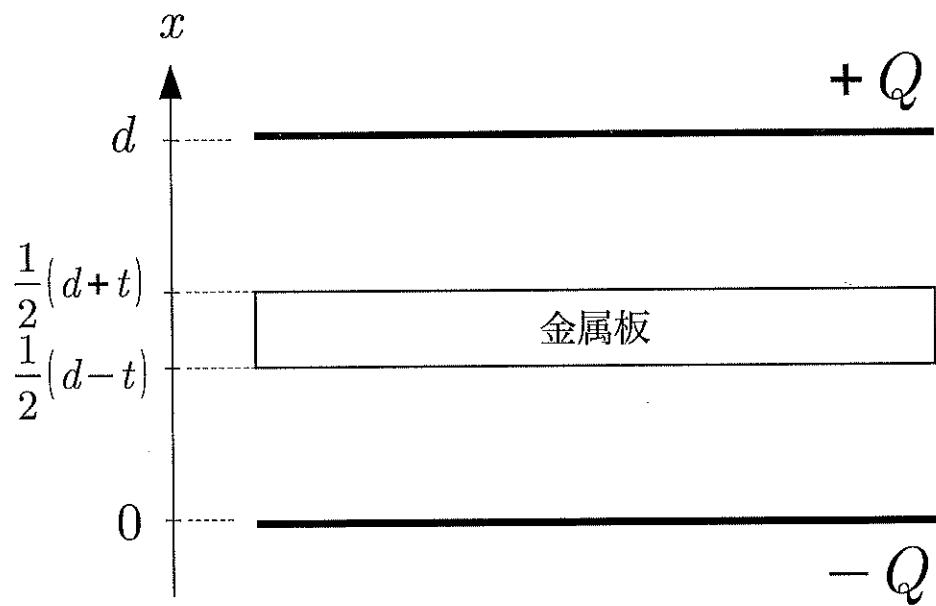
問1 コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーを求めよ。

問2 極板間の電場（電界）の強さと向きを求めよ。

その後、厚さ t の金属板を図のように極板間の中央に、極板と平行に挿入した。

問3 コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めよ。

問4 負極板からの距離 x における極板間の電場の強さ $E(x)$ と電位 $V(x)$ をグラフに示せ。ただし、負極板を電位の基準とする。



第3問 互いに振動数の近い3つのおんさ A, B, C がある。おんさ A の振動数は 2000 Hz であることがわかっている。おんさ B, C の振動数を調べるため、いくつかの組み合わせで同時に2つのおんさを鳴らしてみたら1秒あたりの回数が次のようになりが聞こえた。

おんさ A と B : 2.0 回

おんさ A と C : 1.0 回

おんさ B と C : 3.0 回

おんさ A と B を同時に鳴らしながら、図1のようにおんさ B を一定の速さで観測者に近づけた。近づける速さが v_1 の場合にうなりが消えた。以下の問いに答えよ。なお、問2から問4までは音速を $3.5 \times 10^2 \text{ m/s}$ とする。

問1 おんさ B とおんさ C の振動数を求めよ。

問2 v_1 の値を求めよ。

次に音を反射する板とおんさ A を使って実験をした。図2のように、板の正面でおんさ A を鳴らしながら速さ v_2 で板に近づける。観測者はおんさ A の後方に位置する。

問3 静止している観測者には1秒あたり2.0回のうなりが聞こえた。 v_2 の値を求めよ。計算の際には、 $|x|$ が十分に小さいときに成り立つ近似式

$$\frac{1}{1+x} \approx 1-x$$

を使ってよい。

問4 観測者が、図3のようにおんさ A と同じ速度でおんさの後をついていくと、うなりは1秒あたり何回になるか。

問5 室内の気温をととても低くして図2の実験をする。観測者が聞くうなりが1秒あたり2.0回とするには、おんさ A の速さを v_2 より大きくしないといけないか、それとも小さくしないといけないか。理由をつけて答えよ。ただし、おんさの振動数は変わらないものとする。

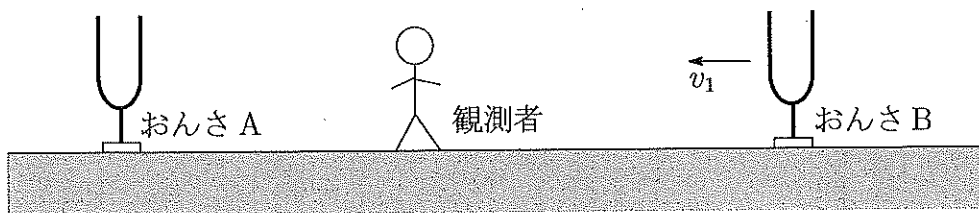


図 1

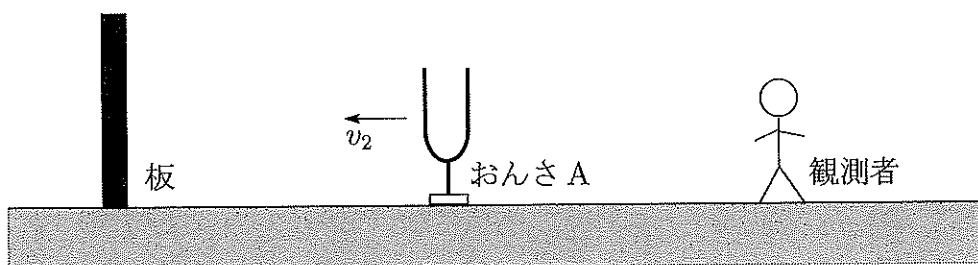


図 2

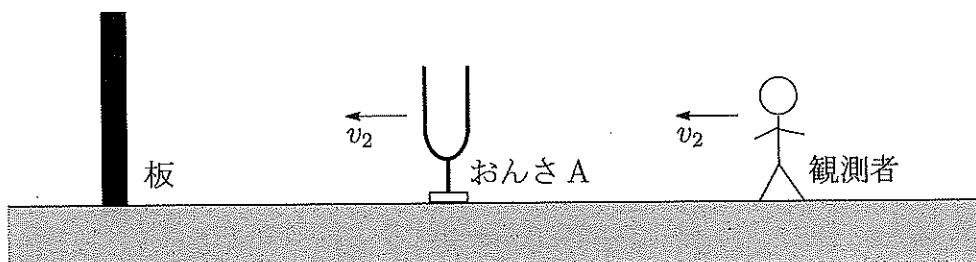


図 3