

物

1

図1-aのように滑らかな床の上にはばね定数 k のばねがあり、その一端は固定され、他端に質量 M の板が取り付けられている。ばねが自然長のときの板の位置を原点 O とし、ばねが伸びる向きに x 軸をとる。板の大きさ、ばねの質量、空気抵抗はすべて無視できるものとして、以下の問いに答えよ。また、選択肢がある場合はその記号で答えよ。

A. ばねを押し縮めてから板を静かに離すと、板は振動を始めた。

- (1) 板の位置を x 、加速度を a として、板の運動方程式を書け。
- (2) 板の振動の周期を求めよ。

B. ばねを自然長に戻し、図1-bのように、ばねを押し縮めてから質量 m の小球を板の横に接するように置き、静かに離れた。板と小球は初め一緒に運動し、その後、小球は板から離れて運動を続けた。小球は質点とみなせるものとする。

- (3) 板と小球が一緒に運動しているとき、板と小球の位置を x 、加速度を a 、互いに及ぼす抗力の大きさを N として、板と小球の運動方程式をそれぞれ書け。
- (4) 抗力の大きさ N を、 M 、 m 、 k 、 x を用いて表せ。
- (5) 小球が板から離れるときの位置 x を求めよ。
- (6) 小球は板から離れた後、一定速度の運動を続けた。このときの小球の振舞いを表す適切な法則を次から選べ。

{イ. 慣性の法則, ロ. フックの法則, ハ. オームの法則}

次に図1-cのように、床に固定された鉛直な筒の中にこのばねを立てて下端を床に固定した。ばねが自然長のときの上端の位置を原点 O とし、鉛直上向きに y 軸をとる。また、筒の中は滑らかで摩擦はないものとし、重力加速度の大きさを g とする。

C. ばねの上端に質量 M の板を取り付けると、ばねが縮んで、板はつり合いの位置で静止した。板をさらに押し下げてから静かに離すと、板は振動を始めた。

- (7) 板のつり合いの位置を求めよ。
- (8) 板の位置を y 、加速度を a として、板の運動方程式を書け。
- (9) 振動の中心の位置を求めよ。

D. 板をつり合いの位置に戻し、図1-dのように板の上に質量 m の小球を乗せた。そこからさらに小球ごと板を十分に押し下げて静かに離すと、小球は初め板と一緒に運動していたが、ある瞬間に板から離れた。

- (10) 小球が板から離れる位置を求めよ。

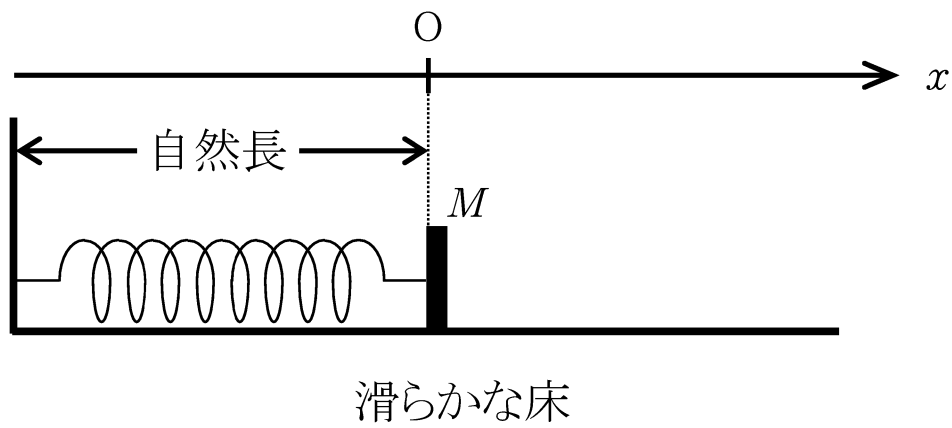


図 1 - a

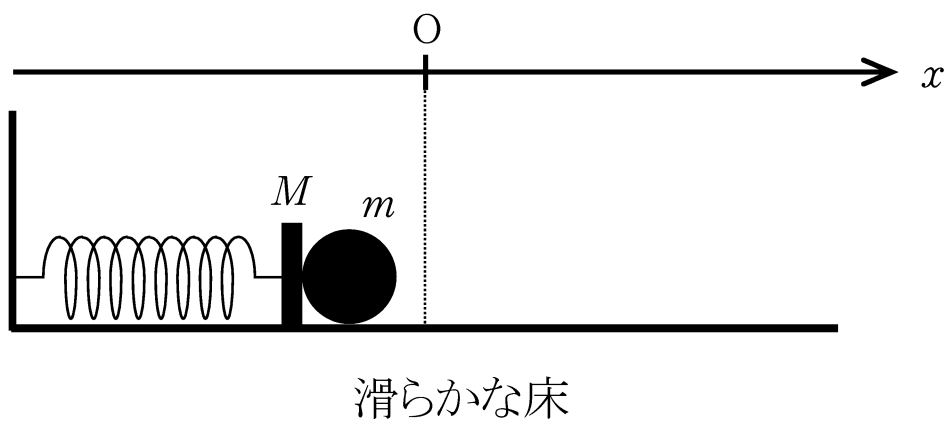


図 1 - b

物

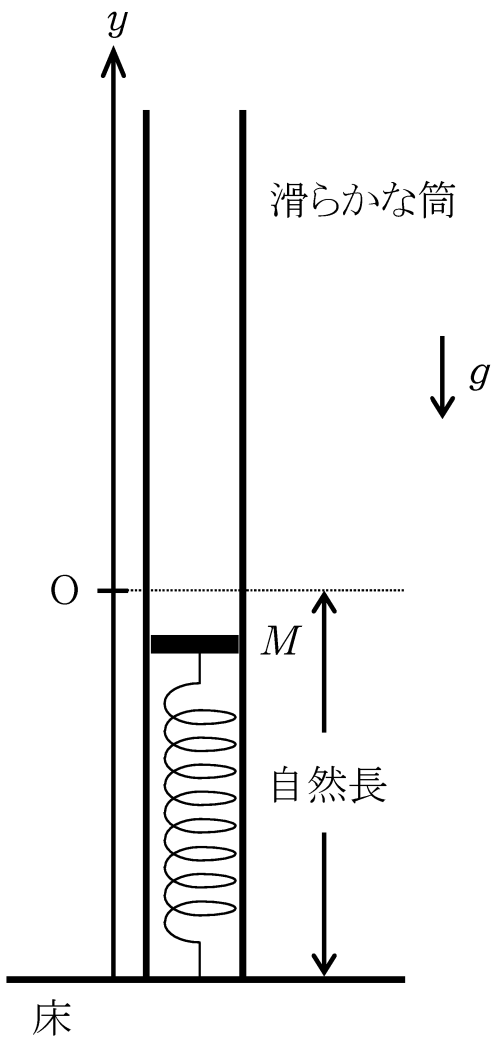


図 1 - c

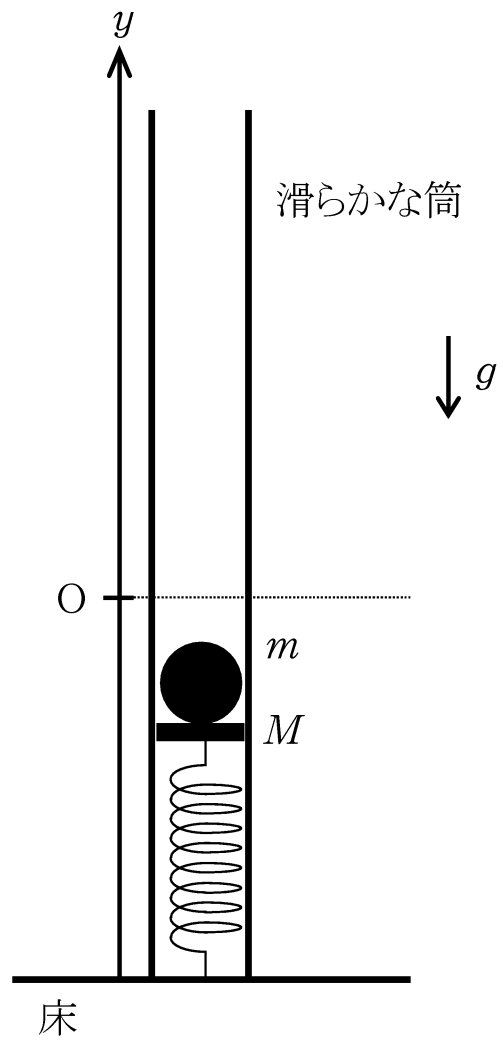


図 1 - d

2

次の文章を読み、文中の空欄を適切な数式で埋めよ。また、選択肢がある場合はその記号で答えよ。

図2に示すように、極板面が重力方向に平行な平行板コンデンサーとスイッチが電圧 V の電源に接続されている。コンデンサーの極板は面積が S であり、2枚の極板は間隔 d で向き合っている。極板は十分に広いので、周辺部の一様ではない電場の影響は無視できるものとする。また、極板間は真空であり、真空の誘電率を ϵ_0 とする。最初、スイッチは開いており、コンデンサーには電荷は蓄えられていない。極板間には、電気量 $q (> 0)$ を帯びた質量 m の小球が糸で固定点からつり下げられており、小球は動いても極板に触れないものとする。ただし、糸は帯電しないものとし、その質量は無視できるものとする。また、この電気量 q は十分に小さいので、極板の電気量に影響を与えない。重力加速度の大きさを g とする。

- A. スイッチを閉じて十分に時間が経過したあと、極板間の電場の大きさは $\square(1)$ である。コンデンサーの電気容量は極板の面積に比例し、極板の間隔に反比例するので、コンデンサーに蓄えられる電気量は $\square(2)$ である。小球にはたらく力のうち鉛直方向成分は $\{(3) \text{イ. 静電気力, ロ. ローレンツ力, ハ. 重力}\}$ であり、水平方向成分は $\{(4) \text{イ. 静電気力, ロ. ローレンツ力, ハ. 重力}\}$ である。その結果、小球は $\{(5) \text{イ. 右側, ロ. 左側}\}$ へ動き、静止した。小球をつるした糸と鉛直下向きとのなす角度を θ_1 ($0 < \theta_1 < \frac{\pi}{2}$) とすると、 $\tan \theta_1$ は $\square(6)$ である。
- B. 次に、スイッチを閉じたまま極板をゆっくりと移動させて極板間隔を Δd ($0 < \Delta d < d$) だけ狭めたところ、小球をつるした糸は鉛直下向きに対して角度 θ_2 ($0 < \theta_2 < \frac{\pi}{2}$) で静止した。このとき極板間の電場の大きさは $\square(7)$ であり、糸の角度 θ_2 を θ_1 と比較すると $\{(8) \text{イ. } \theta_2 < \theta_1, \text{ロ. } \theta_2 = \theta_1, \text{ハ. } \theta_2 > \theta_1\}$ である。また、このときコンデンサーに蓄えられた電気量は $\square(9)$ である。
- C. その次に、スイッチを開いてから極板をゆっくりと移動させて極板間隔を d に戻したところ、小球をつるした糸は鉛直下向きに対して角度 θ_3 ($0 < \theta_3 < \frac{\pi}{2}$) で静止した。このときコンデンサーに蓄えられている電気量は $\square(10)$ であり、極板間の電位差は $\square(11)$ である。ここで、糸の角度 θ_3 を θ_2 と比較すると $\{(12) \text{イ. } \theta_3 < \theta_2, \text{ロ. } \theta_3 = \theta_2, \text{ハ. } \theta_3 > \theta_2\}$ である。

物

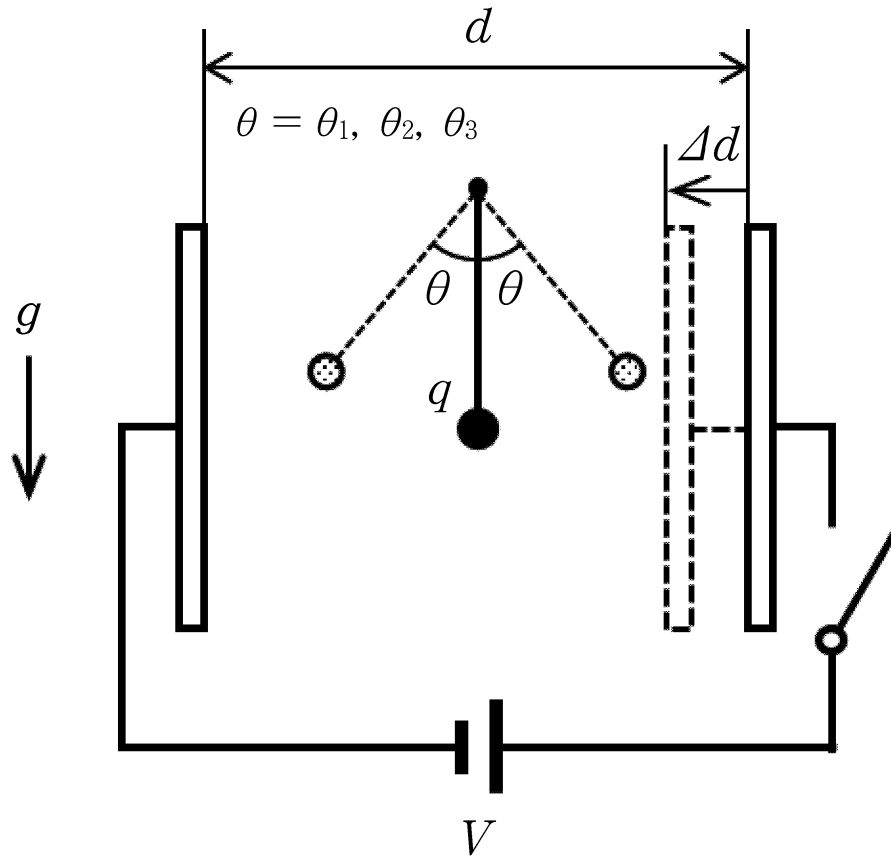


图 2