

令和6年度 広島大学光り輝き入試 総合型選抜

筆記試験問題

工学部 第一類 (機械・輸送・材料・エネルギー系)

実施期日 : 令和5年11月18日(土)

試験時間 : 9時30分 ~ 11時00分

注意事項

1. 問題冊子は表紙を含めて3枚, 解答用紙は2枚, 下書き用紙は1枚です。
2. 解答用紙及び下書き用紙の所定欄に受験番号を記入してください。
3. 問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ってください。
4. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。

問題 1

図 1 に示すように、なめらかな水平床面上にばね定数 k のばねの一端を固定し、他端に質量 m の小球 1 を取り付ける。一方、水平面上に質量 M の小球 2 が点 A に置かれている。また、右端の壁面にはなめらかな半径 R の半円筒状のくぼみがある。AB は半円の直径であり、点 B は点 A を通る鉛直線上にある。

ばねを自然長より a だけ押し縮めて手を離すと、ばねが自然長になったところでばねから小球 1 が離れ、右方向に滑り小球 2 に衝突後、小球 2 は半円筒状のくぼみの内面に沿って上昇する。2 つの小球の大きさは無視出来るほど十分小さく、小球の運動は図 1 の紙面内で起こるものとする。小球 1 と小球 2 の間の反発係数を 1、重力加速度を g として、以下の問いに答えよ。

なお、すべての解答は k, m, M, a, R, g のうちの必要な記号を用いて表すこと。また、解答に至る過程も省略することなく詳しく記述すること。

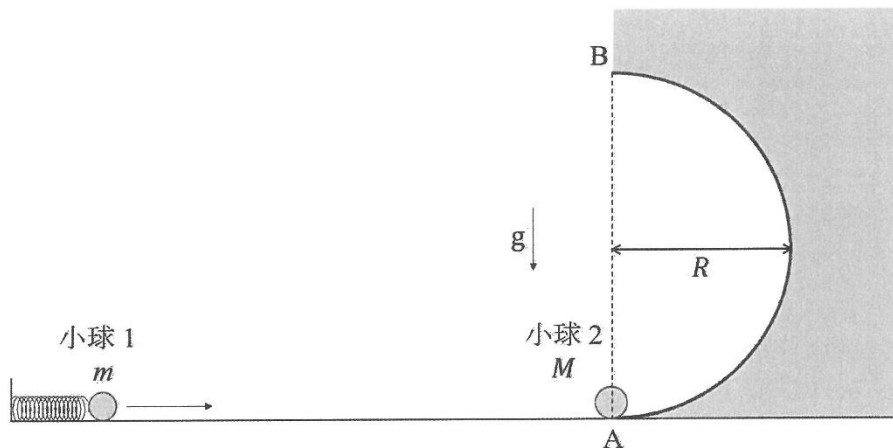


図 1

- (1) 小球 1 が小球 2 に衝突する直前の小球 1 の速さを求めよ。
- (2) 衝突直後の小球 1 と小球 2 の速さをそれぞれ求めよ。
- (3) このとき、小球 2 が受けた力積の大きさを求めよ。
- (4) 小球 2 が点 B に到達したときの垂直抗力 N を求めよ。
- (5) 押し縮めた長さ a を、点 B に小球 2 が到達するための最小値としたとき、小球 2 は点 B から水平投射され、水平床面上に落下した。落下地点と点 A の間の距離を求めよ。

問題 2

図 2 のように、紙面に垂直に、紙面の表から裏の向きに一様で時間的に変化しない磁束密度 B の磁場が存在するとする。十分に長い導体であるレール P およびレール Q が、紙面内に、互いに距離 L を隔てて平行に固定されている。これらのレールの上に、導体棒がレールに対して垂直に乗せられている。レール P とレール Q の左端は抵抗値 R の抵抗器および電位差 V の電池（直流電源）を介してつながれており、電池の負極側は接地されている。抵抗器以外の電気抵抗は無視できるものとする。導体棒には磁場からの力と外力が加わっている。導体棒の速度を右向きを正として v と表す。導体棒とレールの間の摩擦と、導体棒の太さは、無視できるほど小さいとする。また、速度 v は一定であり、磁場からの力と外力は釣り合っているとす。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 接地部を基準としたレール P の電位と速度 v の関係式を示せ。
- (2) 導体棒に流れる電流 I と速度 v の関係式を示せ。ただし、電流 I は時計回りを正とする。
- (3) 磁場から導体棒に加わる力 f と速度 v の関係式を示せ。また、 f と v の関係をグラフで表せ。ただし、力 f は右向きを正とする。
- (4) 導体棒を固定するために必要な外力の向きと大きさを求めよ。
- (5) 単位時間あたりに力 f がする仕事 W_F を求めよ。
- (6) 単位時間あたりに抵抗器で生じるジュール熱 W_J を求めよ。
- (7) $W_F + W_J$ が何に相当するか（物理的に何を意味するか）を簡潔に答えよ。
- (8) 外力がゼロであって速度 v が一定であるときの v , I , W_F , および W_J を求めよ。また、この状況を「起電力」「釣り合い」「エネルギー」などの言葉を用いて簡潔に説明せよ。
- (9) 抵抗器で大きなジュール熱を発生するためには導体棒をどのように動かせばよいかを簡潔に説明せよ。ただし、電池に陽極側から電流が流れ込むことは危険であるので避ける必要があることに注意せよ。

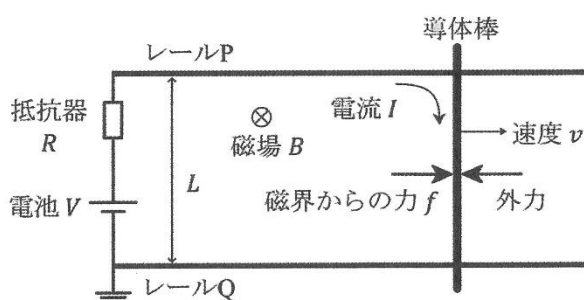


図 2