

授業の進め方について

この授業は水曜 1, 2 限の授業です。1 限は座学, 2 限が演習です。

事前に必ず予習すること。授業を聞く気がない者, 努力をしたくない者, 単位を取得する意思がない者は受講しないでください。

1 担当者と連絡先

氏名 金野 祥久 (こんの あきひさ)

所属 機械工学科 流体工学研究室 (八王子)

居室 八王子・8 号館 201 号室 (内線 3492, 外線 042-628-4156)

E-mail konno@researchers.jp

オフィスアワー 火曜日の 4 限

この時間で都合が悪い場合は, 上記の連絡先に事前に連絡しアポを取ってください。

2 演習

2 限目の演習は, ミニテスト形式で行います。

1. 教科書や参考書, ノートを参照することを認めます。
2. 関数電卓を持参すること。ほぼ毎回, 演習で必要となります。
3. 良い結果を得るために, 事前に必ず予習すること。また, 事後に必ず復習すること。分からない部分を分からないままにしておかないこと。金野や TA, 学習支援センタなどを上手に活用せよ。

3 中間試験と習熟度別クラス分け

この授業では中間試験を行います。そして, 試験結果に基づき機械工学科内で再度クラス分けを実施します。試験は 10 月 24 日の予定です。

4 成績の評価方法

この授業では定期試験を行います。演習での成績 (20%) と定期試験 (80%) から成績を評価し, 60 点以上を合格とします。

なお, 成績はどのクラスでも統一した基準で評価します。

剛体の力学 (1)—剛体の平面運動，並進運動と回転運動

問題 1 前期の「工業力学及演習 I」の成績について，妥当な結果か (実力を反映しているか) どうかを自分なりに評価せよ。またその成績を得た理由として考えられることを記せ。(配点なし)

問題 2 SI 単位系の基本単位は何か。物理量 (日本語)，その単位の記号 (アルファベット) およびその記号の読み方を記せ。(基本単位ごとに 10 点)

問題 3 長さ l の棒を回転させながら投げつけた。重心の初速度を V ，投げ出した方向の水平からの角度を θ ，回転の角速度を ω とし，棒の回転面は鉛直で，初速度 V は棒の回転面と同じ面内にあるものとする。以下の問いに答えよ。

(1) 棒の端部の運動を表す式を導け。(20 点)

(2) 端部の速度が負にならないための条件を記せ。(10 点)

問題 4 物体の慣性モーメントと作用するトルクがそれぞれ以下に示す値のとき，物体の角加速度を求めよ。(各 10 点)

(3) 慣性モーメント $10 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，トルク $20 \text{ N} \cdot \text{m}$

(4) 慣性モーメント $60 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，トルク $6.28 \text{ N} \cdot \text{m}$

問題 5 慣性モーメントが $6.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ のはずみ車を，回転しはじめてから 30 秒間に 300 rpm まで加速するには，いくらのトルクが必要か。(20 点)

以上

解答上の注意

1. 教科書，ノート，関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も，答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は，分かりやすい順に並べること。

剛体の力学 (2) — 固定軸まわりの回転運動，慣性モーメント

問題 1 図 1 のような台形において， x 軸 (図中の横軸) および y 軸 (図中の縦軸) まわりの慣性モーメント，および回転半径を求めよ。なお面密度を ρ とする。(慣性モーメント 15 点，回転半径 5 点)

問題 2 図 2 のような直角二等辺三角形において，軸 1 (重心をとる軸) まわりの慣性モーメント，および回転半径を求めよ。なおこの三角形板の質量を M とする。(慣性モーメント 15 点，回転半径 5 点)

問題 3 図 2 のような直角二等辺三角形において，軸 2 まわりの慣性モーメント，および回転半径を求めよ。なおこの三角形板の質量を M とする。(慣性モーメント 5 点，回転半径 5 点)

問題 4 半円の直径まわりおよび対称軸まわりの慣性モーメントを求めよ。この半円の半径を R ，質量を M とする。(各 15 点)

以上

解答上の注意

1. 教科書，ノート，関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も，答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いているものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は，分かりやすい順に並べること。

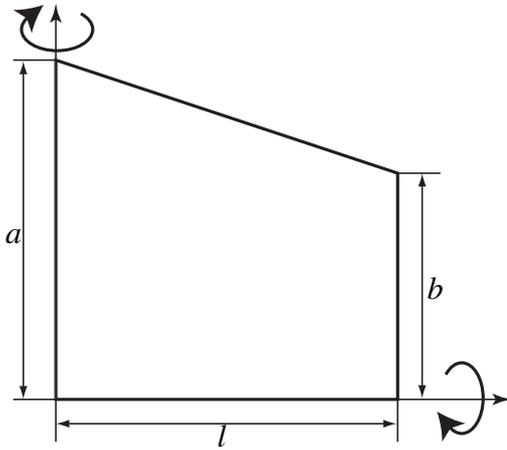


図1 台形の慣性モーメントの計算

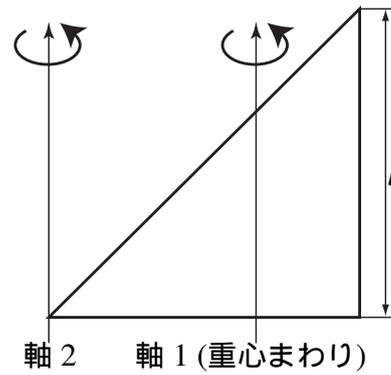


図2 直角二等辺三角形の慣性モーメントの計算

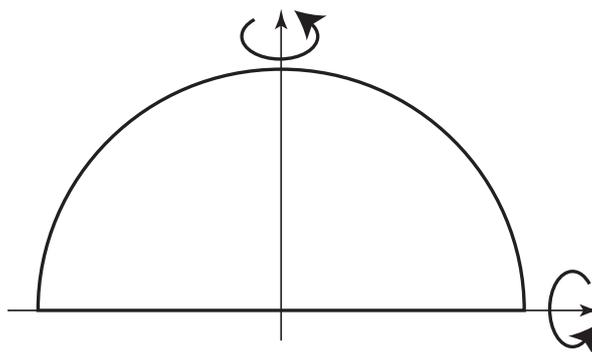


図3 半円の慣性モーメントの計算

剛体の力学 (3)―慣性モーメントと関連する定理

以下の問題で、慣性モーメントの算出には教科書 95～96 ページの表を用いてよい。

問題 1 図 1 のような平行四辺形において、 x 軸 (図中の横軸)、 y 軸 (図中の縦軸) および z 軸 (紙面に垂直) まわりの慣性モーメントを求めよ。なおこの平行四辺形の質量を m とする。(各 10 点)

問題 2 図 2 のような穴の空いた円板がある。円盤の直径は 100 mm、穴は正方形で一辺の長さが 20 mm である。 x 軸 (図中の横軸)、 y 軸 (図中の縦軸) および z 軸 (紙面に垂直) まわりの慣性モーメントを求めよ。なお面密度を 0.12 kg/m^2 とする。(各 10 点)

ヒント: x 軸、 y 軸まわりの慣性モーメントの計算では、円板の慣性モーメントから穴の慣性モーメントを引き算すれば良い。

問題 3 図 3 のように、直径 D 、質量 M の円板状の定滑車に軽く伸び縮みしない糸を巻き付け、その先端に質量 m のおもりを吊り下げて静かに手を離すと、滑車が回転しておもりが落下した。輪軸の摩擦は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (1) 定滑車の慣性モーメントを求めよ。
- (2) 定滑車の回転に関する運動方程式、およびおもりの運動方程式を示せ。記号は適宜定めること。
- (3) 滑車の角加速度とおもりの加速度との関係を示せ。
- (4) おもりの加速度を求めよ。

以上

解答上の注意

1. 教科書、ノート、関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も、答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は、分かりやすい順に並べること。

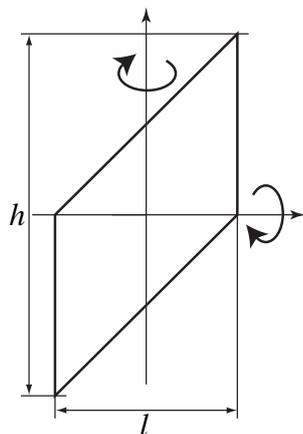


図1 平行四辺形の慣性モーメントの計算

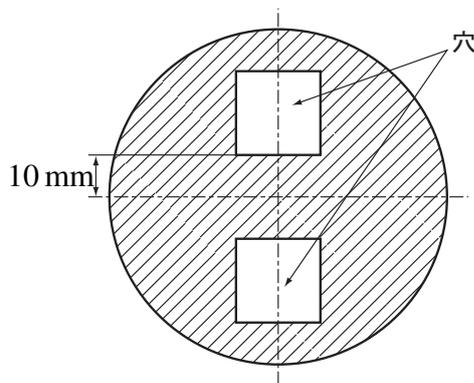


図2 穴空き円板の慣性モーメントの計算 (ハッチングしてある部分が板)

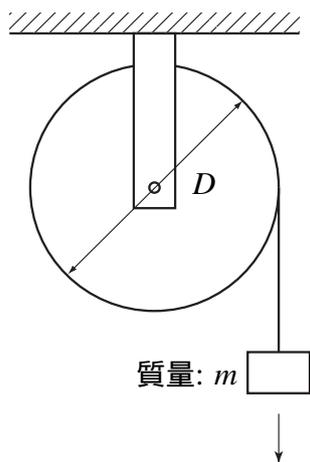


図3 定滑車から落下するおもり

剛体の力学 (4)—剛体の平面運動方程式

必要に応じて記号を定義せよ。記号の意味は明確に示すこと。

問題 1 図 1 のように、半径 r 、質量 m の円柱に軽いロープを巻き付け、ロープを水平方向に引いて転がす。円柱と床との間の滑りはないものとするとき、次の問いに答えよ。

- (1) 円柱の運動方程式を記せ。(並進, 回転それぞれ 10 点)
- (2) 円柱の加速度と角加速度の関係を記せ。(10 点)
- (3) 円柱の加速度を求めよ。(10 点)

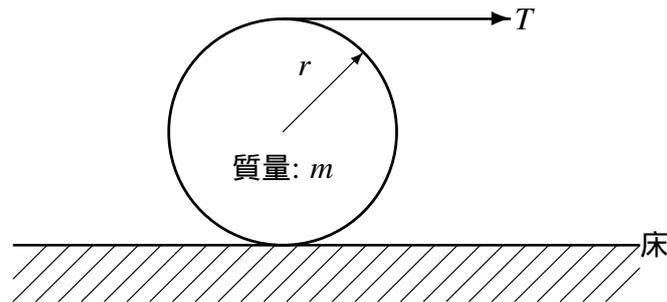


図 1 ロープを巻いた円柱を引く

問題 2 図 2 のように、定滑車を丈夫な糸で天井に吊るし、これに糸をかけて両端に質量 m_A の物体 A と質量 m_B の物体 B を吊り下げて静かに手を離れた。定滑車は円板と見なしてよいものとし、その半径は R 、質量は M である。輪軸の摩擦は無視できるが滑車と糸との間での滑りはないものとする。次の問いに答えよ。(各 10 点)

- (4) A, B それぞれの運動方程式を記せ。
- (5) 定滑車の運動方程式を記せ。
- (6) 滑車の角加速度とおもりの加速度との幾何学的関係を示せ。
- (7) A の加速度を求めよ。

問題 3 質量 2.0 kg の箱を水平な床に置き、水平方向に力 F を加える。床と箱との間の静摩擦係数は 0.25 、動摩擦係数は 0.20 である。下記のそれぞれの力を加えたとき、

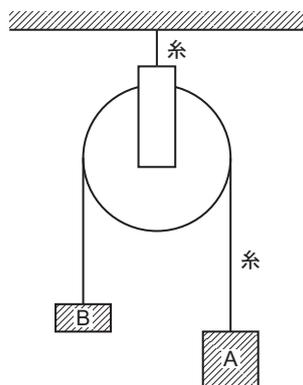


図2 アトウッドの器械

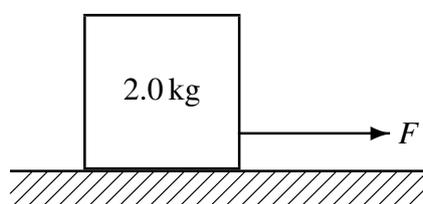


図3 床に置いた箱を引く

箱の運動を論ぜよ。(各 10 点)

(8) $F = 4.50 \text{ N}$

(9) $F = 6.00 \text{ N}$

以上

解答上の注意

1. 教科書, ノート, 関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も, 答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は, 分かりやすい順に並べること。

摩擦 (1)—すべり摩擦，静止摩擦，運動摩擦，ころがり摩擦

問題 1 図 1 のように，水平と θ の角度をもつ斜面上におかれた質量 m の箱を，斜面方向の力 F で支える。斜面と箱との間の静摩擦係数を μ_s とするとき，この箱が動かないための F の条件を求めよ。(20 点)

問題 2 図 2 に示すように，太さが一様な長さ $2l$ ，質量 m の棒 AB を鉛直壁面と水平床面に立てかけて置きたい。水平面と棒 AB のなす角を θ とするとき，以下の問いに答えよ。

- (1) 壁も床も滑らかなときは，B 点に水平力をかけないと棒は滑り落ちる。このときの水平力の大きさを求めよ。(20 点)
- (2) 床面と棒との静摩擦係数を μ_s とし，壁の摩擦を無視するとき，棒が滑り落ちないための θ の条件を求めよ。(20 点)

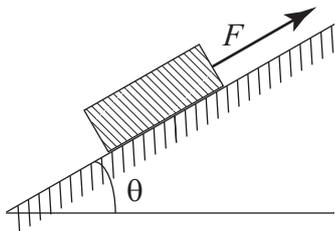


図 1 斜面上に置かれた箱の支持

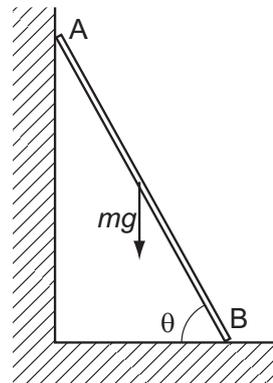


図 2 壁に立てかけられた棒

問題 3 直径 50 mm，質量 170 g のプラスチック球を水平面の上で初速度 6.0 m/s で転がしたところ，7.0 秒転がって自然に停止した。この球と水平面との間の転がり摩擦係数を求めよ。(20 点)

問題 4 頂角 20° の平鑿 (ひらたがね) を石材に打ち込んで割ろうとしている。石材を押し割る力を 7.5 kN 以上にするための，鑿を打ち込む力の条件を求めよ。なお鑿と石材との間の摩擦係数を 0.3 とする。(20 点)

以上

解答上の注意

1. 教科書，ノート，関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も，答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は，分かりやすい順に並べること。

摩擦 (2)—斜面の摩擦と応用，軸受の摩擦，ベルトの摩擦

問題 1 質量 0.50 kg の箱の上に質量 1.00 kg のおもりを乗せ，おもりを軽くて丈夫な糸で壁に図 1 のようにつなぐ。箱を壁から離す方向に力 F で引いたところ，箱は一定の速度で動いた。このときの力 F の大きさを求めよ。おもりと箱，箱と床との動摩擦係数を 0.20 とする。(20 点)

問題 2 図 2 のように水平から θ だけ傾いた面の上に，質量 m の物体を置いたところ，物体は滑り落ちた。このとき以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (1) 斜面が滑らかなとき，物体の加速度を求めよ。
- (2) 斜面と物体との間の動摩擦係数が μ_k で表されるとき，物体の加速度を求めよ。

問題 3 傾き 15° ，摩擦係数 0.3 の斜面がある。質量 200 kg の物体を斜面に沿った力で引き上げる。次の問いに答えよ。(各 10 点)

- (3) 物体を引き上げるのに必要な力を求めよ。
- (4) この問題では，摩擦係数が静摩擦係数か動摩擦係数かを明らかにしていない。問題の主旨から考えて，どちらの摩擦係数か。

問題 4 頂角 20° の平鑿(ひらたがね)を石材に打ち込んで割ろうとしている。石材を押し割る力を 7.5 kN 以上にするための，鑿を打ち込む力の条件を求めよ。なお鑿と石材との間の摩擦係数を 0.3 とする。(20 点)

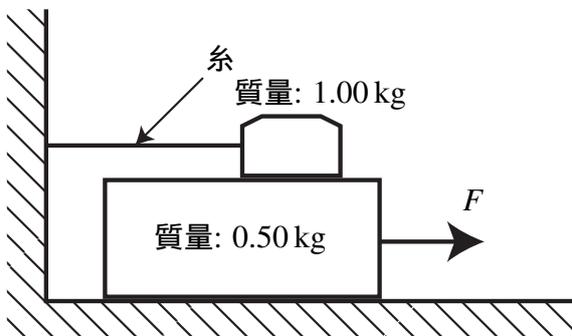


図 1 固定されたおもりが乗った箱

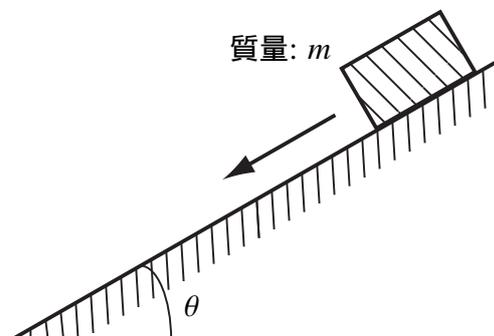


図 2 斜面を滑り落ちる物体

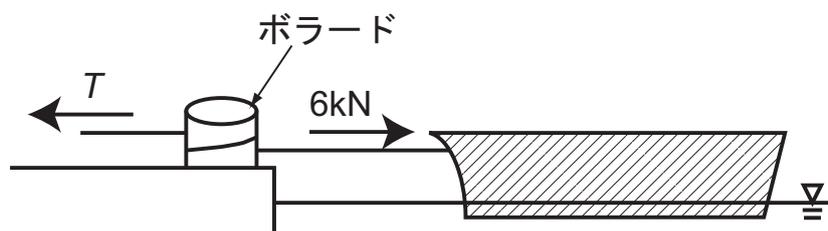


図3 船の係留に必要な張力

問題5 船を港に係留するために, 波止場の円柱 (ボラード) にロープを巻き付ける。円柱を用いずに船に係留するのに必要なロープの張力を 6 kN , 円柱の直径を 40 cm , 円柱とロープとの間の静摩擦係数を 0.3 とするとき, 以下の問いに答えよ。(各 10 点)

(5) ロープを円柱に 1 周巻き付けたとき, 船に係留するために必要なロープの張力 (図3中の T) の大きさを求めよ。

(6) ロープの張力が 60 N のとき, 船に係留するためにはロープを円柱に何周巻き付ける必要があるか。

以上

解答上の注意

1. 教科書, ノート, 関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も, 答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は, 分かりやすい順に並べること。

力学エネルギー (1)—力学エネルギー保存の法則，動力

問題 1 質量 m の小球を地表から初速度 v で鉛直上方に投げ上げる。空気抵抗は無視してよいものとし，以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (1) 高さ h の位置に小球が届いたときの速度を，運動学的に求めよ。
- (2) 高さ h の位置に小球が届いたときの速度を，力学エネルギー保存則から求めよ。

問題 2 滑らかな水平面の上に粗い水平面を持つ台がある。この台の一方から質量 0.40 kg の小物体を初速度 3.0 m/s で滑らせ，粗い面を 80 cm 通過して再び滑らかな面に出たとき，速度は 2.0 m/s になっていた。以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (3) 摩擦力のした仕事を求めよ。
- (4) 動摩擦係数を求めよ。

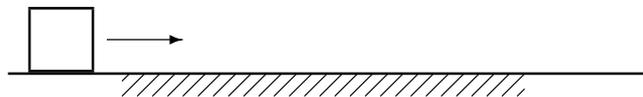


図 1 台の上を滑る小物体

問題 3 図 2 のように，上端を固定したばねの下端に質量 m のおもりをつけ，手で支えながら静かに釣り合いの状態まで下げていったら， x 伸びて釣り合った。以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (5) ばね定数を求めよ。
- (6) 釣り合いの状態になるまでに，重力がおもりにした仕事を求めよ。
- (7) 釣り合いの状態において，ばねの持つ弾性エネルギーを求めよ。

問題 4 抵抗係数 $C_D = 0.60$ ，投影面積 $A = 1.8 \text{ m}^2$ のレーシングカーを速度 300 km/h で走らせるのに必要なエンジン馬力を計算したい。自動車の空気抵抗の大きさは $F = C_D \cdot A \cdot \frac{1}{2} \rho v^2$ ($\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$: 空気の密度) で求められる。以下の問いに答えよ。(各 10 点)

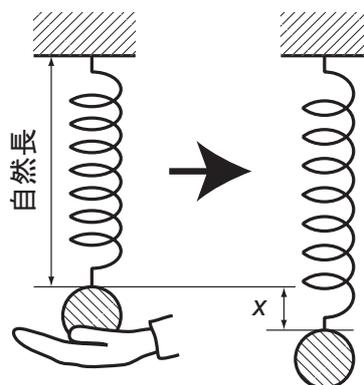


図2 ばねに吊り下げられたおもり

- (8) この車が 300 km/h で走行しているとき，車体にはたらく空気抵抗の大きさを求めよ。
- (9) この車を 300 km/h で走らせるのに必要な動力を SI 単位で求めよ。
- (10) 上記の動力を馬力で示せ。

以上

解答上の注意

1. 教科書，ノート，関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も，答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は，分かりやすい順に並べること。

力学エネルギー (2)—力学エネルギー保存則の応用，機械の効率

問題 1 抵抗係数 $C_D = 0.60$ ，投影面積 $A = 1.8 \text{ m}^2$ のレーシングカーを速度 300 km/h で走らせるのに必要なエンジン馬力を計算したい。自動車の空気抵抗の大きさは $F = C_D \cdot A \cdot \frac{1}{2} \rho v^2$ ($\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$: 空気の密度) で求められる。以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (1) この車が 300 km/h で走行しているとき，車体にはたらく空気抵抗の大きさを求めよ。
- (2) この車を 300 km/h で走らせるのに必要な動力を SI 単位で求めよ。
- (3) 上記の動力を馬力で示せ。
- (4) 機械効率を 70% とするとき，この自動車を上記の条件で走らせるのに必要なエンジン馬力を求めよ。

問題 2 軸受に支えられた直径 0.40 m ，質量 25 kg の円柱に細くて丈夫な糸を巻き付け，その先端に 15 kg の分銅を吊り下げて手を離すと，静止状態から分銅が落下して円柱が回る。以下の問いに答えよ。ただし軸受の摩擦などによるエネルギーの損失や糸の質量は無視できるものとする。

- (5) 分銅の落下速度と円柱の回転角速度との関係を示せ。(10 点)
- (6) 分銅が 2.2 m 落下したとき，分銅の速度を求めよ。(20 点)

問題3 水面より高さ 30 m の位置まで，350 kg の水をポンプで汲み上げるのに 6 分間かかった。使用したポンプの動力を求めよ。(20 点)

問題4 地面に質量 1 ton で立方体のコンクリートブロックが置かれ，この下に 100 万円が埋められている。3 人のチームで 10 分以内にこの 100 万円を取り出すことができると，その 100 万円はそのチームのものになる。100 万円を取り出す方法を考察せよ。(10 点)

以上

解答上の注意

1. 教科書，ノート，関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も，答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は，分かりやすい順に並べること。

衝突 (1)—運動量保存の法則，角運動量保存の法則

問題 1 滑らかな水平面上を右向きに速度 20 m/s で動いてきた質量 0.20 kg の台車が，先頭に取りつけられた簡易ばねを介して壁に衝突し，左向きに 16 m/s で跳ね返る。簡易ばねはばね鋼ではなく針金でできているので，衝突の際に押し曲げられて元の長さに戻らないものとする。以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (1) 衝突する前の台車の運動量を求めよ。
- (2) 台車が壁から受けた力積を求めよ。
- (3) ばねの針金の変形に用いられたエネルギーを求めよ。

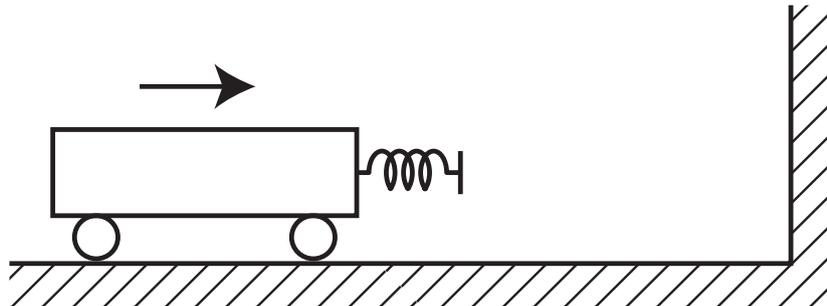


図 1 壁に衝突し跳ね返る台車

問題 2 慣性モーメント $0.058 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ のはずみ車が 2000 rpm で回転している。5.0 秒間で回転数を 400 rpm まで落としたい。このために必要な平均トルクを求めよ。(20 点)

問題 3 図 2 のように，質量 M および m の 2 つの小球がお互いに固定され，間に縮んだばねが挟まれている。ある瞬間に固定をはずすと，それぞれの小球はばねの力によってお互いに押し合い，速度 V および v で運動した。次の問いに答えよ。なお摩擦などによるエネルギーの損失は無視できるものとする。(各 10 点)

- (4) v を V の式で表せ。
- (5) ばねが縮んでいるときに蓄えられていた弾性エネルギーを求めよ。

問題 4 質量 M の長い台車が図 3 のように側壁に接して置かれている。台車の上面と同じ高さの面を滑ってきた質量 m の小物体が速さ v_0 で台車上に乗り，台車の面上を滑

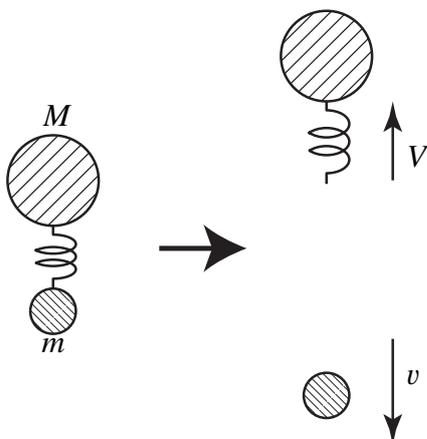


図 2 ばねでつながれた 2 つの小
球の分離

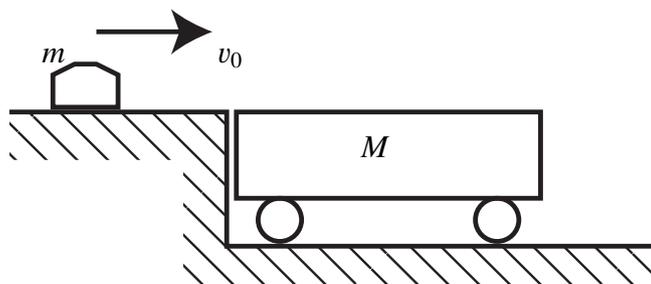


図 3 台車上で滑って止まる物体

ると同時に，台車も滑り出したが，しばらくして小物体は台車上で止まり，台車と一体となって動いた。台車と小物体の間には摩擦がはたらくが，それ以外の水平面の摩擦は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (6) 台車と小物体とが一体となったときの速さを求めよ。
- (7) 小物体が台車に乗ってから，台車と一体となるまでに摩擦によって失われた力学エネルギーを求めよ。
- (8) 小物体が台車上で滑った距離を l とするとき，小物体と台車との間の動摩擦係数を求めよ。

以上

解答上の注意

1. 教科書，ノート，関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も，答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は，分かりやすい順に並べること。

衝突 (2)—反発の法則

問題 1 高さ 1.0 m より球を自由落下させたところ、水平で硬い床面に衝突し、高さ 64 cm まで跳ね上がった。球と床面との間の反発係数を求めよ。なお空気抵抗や床の振動などは無視してよいものとする。(10 点)

問題 2 一直線上を、質量 0.30 kg の球 A が速さ 2.0 m/s で進み、これと逆向きに、質量 0.60 kg の球 B が 3.0 m/s で進んできて正面衝突した。両球の間の反発係数を 0.80 とする。両球の衝突後の速度を求めよ。(20 点)

問題 3 直線上を同じ向きに、速度 v で進む質量 $4m$ の球 A に、速度 $2v$ で進む質量 m の球 B が追突した。反発係数 e が以下の場合に、衝突の際に失う力学エネルギーを求めよ。(各 10 点)

(1) $e = 1$ の場合

(2) $e = 0$ の場合

(3) $e = 0.5$ の場合

問題 4 図 1 のように、質量 m の球が速さ v で飛んできて、壁と 60° の角をなす方向から衝突し、壁と 45° の方向に跳ね返された。壁は滑らかで動かないものとする。次の問いに答えよ。(各 10 点)

(4) 壁と球の反発係数を求めよ。

(5) 球が壁に及ぼす力積を求めよ。

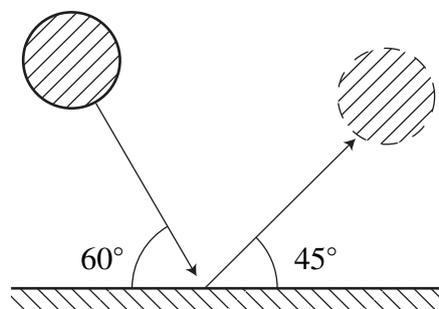


図 1 壁に衝突し跳ね返る球

問題5 質量 M の木片を糸で静かに吊り下げている。これに、質量 m の弾丸を水平方向から重心に打ち込んだところ、弾丸は木片の中に入り一体となって糸が鉛直線と θ の角をなすまで振り上がった。木片の重心から糸の支点(図2のO)までの長さを l とする。弾丸の速度を求めよ。(20点)

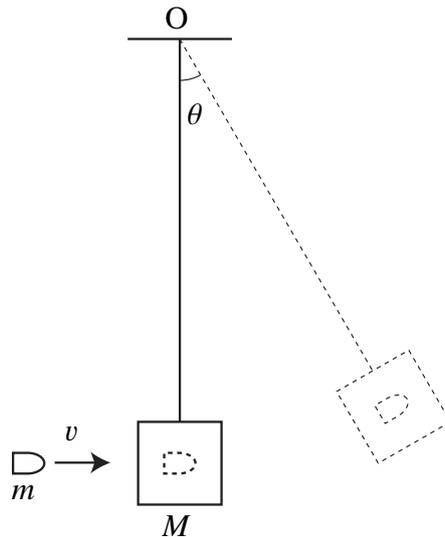


図2 振子に打ち込んだ弾丸

以上

解答上の注意

1. 教科書、ノート、関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も、答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は、分かりやすい順に並べること。

振動 (1) — 自由振動，単振動，振子の振動，単振子

問題 1 400 g のおもりをばねに静かにつるしたところ，自然長より 5.0 cm 伸びで釣り合った。これを鉛直下方に少し引き下げてから，はなして振動させた。以下の問いに答えよ。(各 10 点)

- (1) 振動の周期を求めよ。
- (2) このおもりの振動の様子をグラフに示せ。
- (3) 振動の最高速度を求めよ。
- (4) おもりを 800 g のものに変えると，その周期は何倍になるか。

問題 2 周期が 1 秒の振り子を作りたい。おもりの大きさを無視できるとして糸の長さを何 m にすればよいか。(10 点)

問題 3 フランスの物理学者フーコーは，28 kg のおもりを吊した長さ 67 m の振子を用いて実験を行い，地球の自転を物理的に明らかにした。この振子の周期を求めよ。(20 点)

問題 4 曲率半径 R の円筒内面において，図 1 のように底から円周方向に L だけずらした場所に質量 m の小球を置き，静かに手を離したところ，小球は微小に振動した。円筒内面は滑らかで， L および球の直径は曲率半径 R と比べて十分に小さいものとする。次の問いに答えよ。

(5) 球の運動方程式を記せ。(20 点)

(6) 球の位置を時刻 t の関数として表せ。球を離した瞬間を $t = 0$ とする。(10 点)

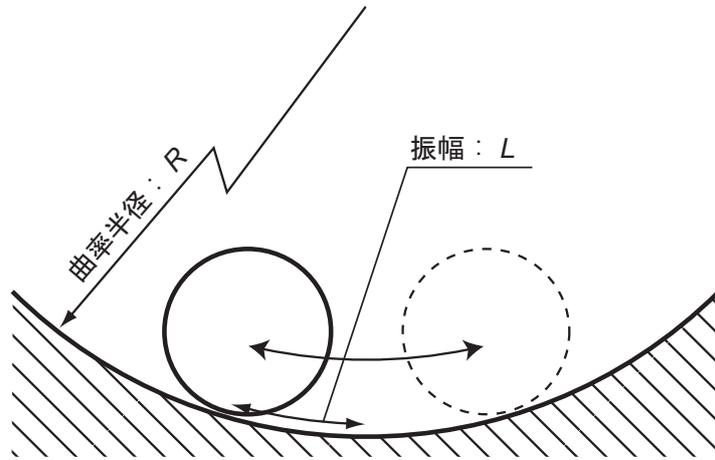


図 1 円筒内面で微小振動する球

以上

解答上の注意

1. 教科書，ノート，関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も，答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は，分かりやすい順に並べること。

振動 (2)—単振動，減衰振動

問題 1 質量 M の木片を糸で静かに吊り下げてある。これに，質量 m の弾丸を水平方向から速度 v 重心に打ち込んだところ，弾丸は木片の中に入り一体となって微小に振れはじめた。木片の重心から糸の支点 (図 1 の O) までの長さを l とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 弾丸が打ち込まれた直後の振子の速度を求めよ。(10 点)
- (2) 振子の周期を求めよ。(10 点)
- (3) 振子の振幅角度を時刻 t の関数として表せ。弾丸が打ち込まれた瞬間を $t = 0$ とする。(20 点)

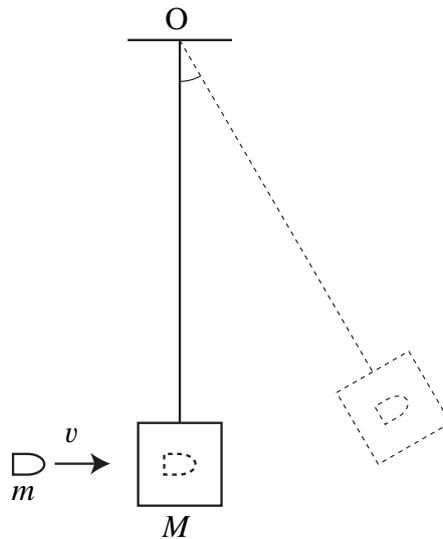


図 1 振子に打ち込んだ弾丸

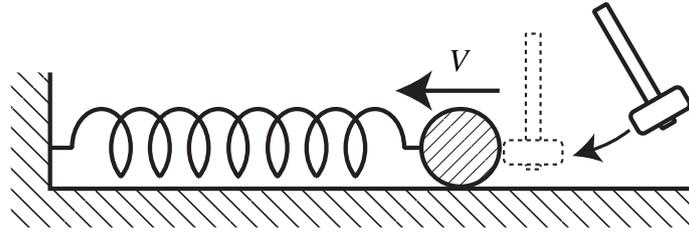


図2 ばねにつながれた小球の水平面上振動

問題2 ばね定数 k のばねの一端に質量 m の小球をつなぎ，水平で滑らかな床の上において他端を固定する。この小球をハンマーで叩いてばねの中心軸方向に速度 V を与えたところ，小球は単振動した。以下の問いに答えよ。(各 20 点)

- (4) この小球の運動方程式を示せ。
- (5) この振動の周期を求めよ。
- (6) この振動の振幅を求めよ。

以上

解答上の注意

1. 教科書，ノート，関数電卓の使用を認める。ただし携帯電話を利用してはならない。
2. 計算の途中経過も，答案中に適宜書き記すこと。ただ結果だけを書いてあるものは採点の対象としない場合がある。
3. 解答を答案用紙に書く際は，分かりやすい順に並べること。

定期試験について

1 月に定期試験を行います。定期試験では後期に取り扱ったすべての範囲から出題します。各自よく復習し，理解を深めておいてください。

定期試験には 関数電卓を必ず持参のこと。教科書やノートの持ち込みは認めない予定です。