

定期試験問題

2025 年 1 月 21 日 (火)・04 時限実施

授業科目名	所属学部	学科	学年	学生番号 (8桁で記入)
物理工学演習 / メディア工学基礎	工学部	電気	1	
担当 / 代表者	ふりがな			
井村 誠孝	氏 名			

以下の設問に答えよ。
計算に必要な場合、重力加速度は $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とせよ。
別途指示がない限り、答えが根号を含む場合はそのままよいが、可能な限り根号の中身をくり出すこと。

1. i, j, k を直交単位ベクトルとする。すなわち、 $i \cdot i = j \cdot j = k \cdot k = 1$ 、 $i \cdot j = j \cdot k = k \cdot i = 0$ である。
二つのベクトル $a = 5i + 3j + 4k$ および $b = 2i + 4j + 2k$ があり、始点が揃っているとすると、以下を求めよ。
(a) ベクトル a と b の内積。
(b) ベクトル a と b の外積。
(c) ベクトル a のベクトル b への正射影ベクトル。
(d) ベクトル a と b のなす角度。単位は rad で答えよ。
(e) ベクトル a と b が作る三角形の面積。

2. 時刻 $t = 0$ で x 軸上の原点に存在していた質量 $m = 2$ の物体が、 x 軸上を 1 次元的に運動するのを、 $0 \leq t \leq 3$ の間観測したところ、時刻 t での速度は $v(t) = 6t - 3t^2$ であった。観測された運動について、以下を求めよ。

- (a) 原点から最も離れた際の位置
(b) 加速度が 0 になる時刻
(c) 運動エネルギーの最大値

3. 原点にある質量 m の小球 (大きさは無視できる) を、時刻 $t = 0$ に、仰角 (水平面となす角度) α の方向に速さ v_0 で射出する。水平方向を x 軸とし、 x 軸正の方向は小球が x 軸方向に運動する方向とする。また鉛直上方向を y 軸正の方向とする。重力加速度の大きさを g とする。空気抵抗は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

- (a) 時刻 t における小球の位置を $(x(t), y(t))$ とする。 x 軸方向および y 軸方向の運動方程式を書け。
(b) x 軸方向および y 軸方向の運動方程式を解き、時刻 t における小球の位置 $x(t)$ および $y(t)$ を求めよ。
(c) 小球が最初に地面に落下するまでの水平方向の移動距離を求めよ。
(d) 小球と地面との反発係数を e とする。 $0 \leq e < 1$ のとき、小球が地面の上で停止するまでの、水平方向の移動距離を求めよ。

4. K 大学の正門前には、水平方向の移動距離が 400 m、斜度 (水平方向の移動距離に対する、垂直方向の高低差) 5% の坂がある。体重 (質量) 80 kg の I 氏が、質量 20 kg の自転車に乗り、坂の下地点に、速さ 14 m/s で到達した。I 氏は自転車のペダルを漕がずに正門にたどりつきたい。以下の問いに答えよ。I 氏と自転車の空気抵抗や転がり抵抗は無視できる。有効数字は 3 桁とする。

- (a) I 氏と自転車を合わせて物体と呼ぶ。坂の下での物体の運動エネルギーを求めよ。単位も示せ。
(b) 坂の下を基準として、物体が正門にたどりついた際の位置エネルギーを求めよ。単位も示せ。
(c) 水平方向の追い風が吹いているとする。I 氏が自転車のペダルを漕がずに正門にたどりつくために必要な、追い風が物体に与える力の大きさを求めよ。単位も示せ。

5. 車輪を回転させる運動について考える。車輪の半径を R 、質量を m 、慣性モーメントを I とする。車輪は水平面上を滑らずに移動するとし、車輪と水平面との間に働く静止摩擦力を f とする。車輪の中心が移動する水平方向の速度を v 、車輪の中心まわりの角速度を ω とする。

中心軸から上下に L 離れた箇所に、大きさが同じ F で向きの異なる力 (偶力) を水平に加え続けると、車輪は回転運動する。以下の問いに答えよ。

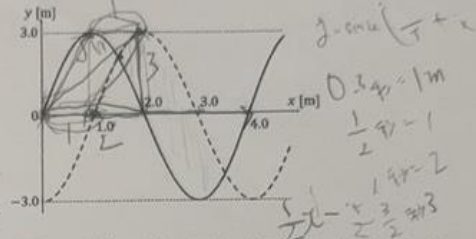
- (a) 並進運動の運動方程式を書け。
(b) 回転運動の運動方程式を書け。
(c) 以下の問いでは、車輪の形状は円盤で $I = mR^2/2$ であるとする。

摩擦力 f を F, R, L で表せ。

- (d) $t = 0$ で静止状態にあった車輪に偶力 $F(t) = F_0 e^{-\alpha t}$ を加えた。車輪の最終的な角速度を求めよ。

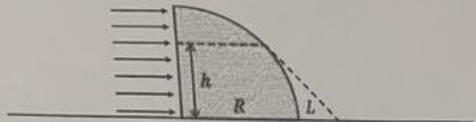
6. 時刻 $t = 0$ s での波形が図の実線で表される正弦波がある。この波が x 軸正の方向に進み、0.5 s 後にはじめて図の点線のようになった。以下の問いに答えよ。

- (a) 波の波長を求めよ。単位も示せ。
(b) 波の速さを求めよ。単位も示せ。
(c) 波の周波数を求めよ。単位も示せ。
(d) 位置 x [m]、時刻 t [s] における波の式 $y(x, t)$ を求めよ。



7. 円柱を 4 等分した形状のプリズムが、水平面上に置かれている。一般的な水平光線がプリズムの鉛直面に入射する状況を考える。プリズムの屈折率を n 、プリズムの半径を R とする。以下の問いに答えよ。

- (a) ある水平光線の入射位置を水平面からの高さ h で表す。水平光線が円柱面で全反射する最小の高さ h を求めよ。
(b) 円柱形状側のプリズム近傍には、水平光線によって照らされない領域ができる。水平光線によって照らされない領域は、プリズムの端からどれくらい離れた点まで及ぶか。プリズムの端からの距離 L を求めよ。



8. オペアンプを用いた増幅回路について、以下の問いに答えよ。なお図中の白丸の横には電位が示されている。

- (a) 回路 [A] の働きは反転増幅か、非反転増幅かを答えよ。
(b) 回路 [A] 中の点ア〜ウのうち、電位が 0 V と考えられる点を全て挙げよ。
(c) 回路 [A] の出力 V_{out} を V_{in}, R_1, R_2 で表せ。
(d) 回路 [B] の出力 V_{out} を V_1, V_2, R_1, R_2 で表せ。

