

学籍番号 _____ 氏名 _____ 得点 _____

※計算問題の場合、途中式がない解答は無効とする。

Q1: ニュートンの3法則を文章で説明しなさい(10×3=30).

1. 慣性の法則：物体は外部から力を受けない限りその運動を変えない

2. 運動の法則：物体の加速度 \mathbf{a} は物体に加わる力 \mathbf{F} に比例し、比例定数は $1/m$ である。数式では $\mathbf{a} = \mathbf{F}/m$ または $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$

3. 作用-反作用の法則：物体1が物体2に力を及ぼすとき、物体2は物体1に同じ大きさで逆向きの力を及ぼす

Q2: 質量 m の物体に、方向も大きさも一定で大きさ F の力を加える。時刻ゼロで物体は静止状態にあった。

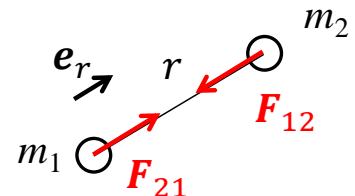
(1) 速度 $v(t)$ を求めよ(10)。 ※運動は1次元なので v はスカラー量

$$v = \int \frac{F}{m} dt = \frac{F}{m}t + C \quad (C \text{ は定数}). \quad \text{時刻ゼロで物体は静止しているので } C=0. \quad \text{答: } v = \frac{F}{m}t$$

(2) 時刻 t_1 ($t_1 > 0$) で力を加えるのを止めた。その後の物体の速度を求めよ(10).

$$\text{答: } v = \frac{F}{m}t_1$$

Q3: 下図は万有引力で引き合う2物体の図である。図の記号を用い、 \mathbf{F}_{12} を数式で表しなさい。力はベクトル量で、万有引力定数を G とする(20).



$$\mathbf{F}_{12} = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}\mathbf{e}_r$$

※マイナスがついていない解答は10点減点。ベクトル表記になっていない解答は不正解。

Q4: 地球の半径が $6.4 \times 10^6 \text{m}$, 万有引力定数が $6.7 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$, 地球の質量が $6.0 \times 10^{24} \text{kg}$ という事実を使って, 地表にある物体が受ける重力加速度の大きさを求めよ. ここで, 地球はその中心にある質点と近似できる(20).

※途中計算を正しく示していない解答は不正解とする.

$$F = mg = G \frac{mM_e}{R_E^2} \text{を变形, } g = G \frac{M_e}{R_E^2}. \text{ 代入して計算すれば, 答 : } 9.8 \text{ m/s}^2$$

※単位が無い解答は減点

Q5: 地表から $10,000 \text{ m}$ の高さの重力加速度の, 地表の重力加速度に対する相対値はどの程度かを, 有効数字 5 桁で計算せよ. 地球の半径は $6.4 \times 10^6 \text{m}$, $x \ll 1$ のとき $(1+x)^n \sim 1+nx$ の近似式を使うこと(10).

$$\text{まず } \frac{g(h)}{g(0)} = \left(1 + \frac{h}{R_E}\right)^{-2} \text{ と変形してから公式を適用. } \frac{g(h)}{g(0)} \approx 1 - 2\frac{h}{R_E}. \text{ 数値を代入して,}$$

答 : 0.99688