

## 入学前教育プログラム 添削問題（物理 2 回目）

高校名：

氏名：

自宅住所：

- 1) 問題は  から  まであります。
- 2) 解答はできるだけ詳しく鉛筆で書いてください。
- 3) 問題の最後にアンケートをつけましたので、ご協力ください。次回の問題作成の参考にします。
- 4) 感想、質問欄も付けましたので、率直な感想を書いてください。
- 5) これは試験ではありませんので、わからなければいろいろ調べたり、先生に質問したりして、すべての問題に取り組んでください。
- 6) 返信は同封の返信用封筒に冊子（2枚）を入れて必ず 月 日(木)までに投函してください。

前回学んだベクトルを使って、力学の基礎を学びましょう。力学は数百年前に完成されましたが、物体の運動を理解する手がかりを与えてくれています。我々自身の脳で力学はよく理解されて（なぜなら我々はあまり考えることなしで複雑な運動ができるからです。）いますが、数式で理解することには慣れていません。

まず運動の法則を見ていきましょう。

運動の第1法則：慣性の法則

物体に外部から力が働かない、または働く力の合力が0であるとき、静止している物体は静止し続け、運動している物体はそのまま等速度運動（等速直線運動）を続ける。

運動の第2法則：運動方程式  $m\vec{a} = \vec{F}$

この方程式は因果関係を示します：『質量  $m$  の物体に力  $\vec{F}$  が作用すると加速度  $\vec{a}$  が生じる。』具体的には『物体に加える力が大きいほど加速が大。』『物体の質量が大きいほど加速しない。』

運動の第3法則：作用・反作用の法則

2つの物体が力を及ぼしあっているとき、2つの力は大きさが等しく向きが反対で同一作用線上にある。

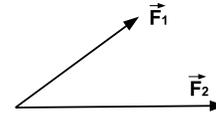
ここでまず大事なことは力がベクトルで表現されることです。そして運動方程式  $m\vec{a} = \vec{F}$  というものがメインの法則になるわけですが、以下ではその特殊な状況を考えてみましょう。

力のつりあい

運動方程式  $m\vec{a} = \vec{F}$  において右辺の  $\vec{F}$  は物体に働く全ての力を表す。もし  $\vec{F} = \vec{0}$  であれば物体に働いている力がつりあっていると考えられる。

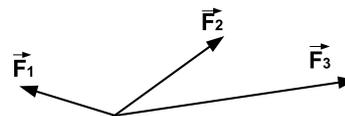
**問1** (15点)

以下のような2つの力  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  が物体に作用している。このときもう1つ力を加えて力がつりあうためにはどのような力を加えればよいか、作図で求めよ。



**問2** (15点)

以下のような3つの力  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$  が物体に作用している。このときもう1つ力を加えて力がつりあうためにはどのような力を加えればよいか、作図で求めよ。



今度は同様の状況を基本ベクトルを使って議論しましょう。

**問3** (10点)

(1) 物体に  $\vec{A} = 3\vec{e}_x + 2\vec{e}_y$  と  $\vec{B} = 4\vec{e}_x + 5\vec{e}_y$  の2つの力が作用している。このとき物体がつりあうためにはどのような力を加えればよいか。(ヒント： $\vec{A} + \vec{B} + \vec{X} = \vec{0}$  を満たすベクトル  $\vec{X}$  を求めればよい。)

答え

(2) 物体に  $\vec{C} = -e_x + 2e_y$  と  $\vec{D} = 3e_x - 5e_y$  と  $\vec{E} = 2e_x + 6e_y$  の3つの力が作用している。このとき物体がつりあうためにはどのような力を加えればよいか。(ヒント:  $\vec{C} + \vec{D} + \vec{E} + \vec{X} = \vec{0}$  を満たすベクトル  $\vec{X}$  を求めればよい。)

答え

重力とは

我々が地球上にいるとき重力の影響を受けます。もし対象の物体の質量が  $m[\text{kg}]$  あるとき(質量は体重などのように測りではかった物理量だとしましょう)その物体には  $mg$  ( $g = 9.8[\text{m/s}^2]$ ) の大きさの力が働くと考えましょう。 $g = 9.8[\text{m/s}^2]$  とは1秒に秒速  $9.8[\text{m}]$  (= 約時速  $35[\text{km}]$ ) の割合で速さが変化する状態を示します。また力の方向は鉛直下向きです。(地球の中心に向かった方向です)ここで力の単位  $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$  を  $\text{N}$  (ニュートン) で表します。

問4 (20点)

(1)  $5\text{kg}$  の物体に働く重力の大きさを数値で計算せよ。

答え

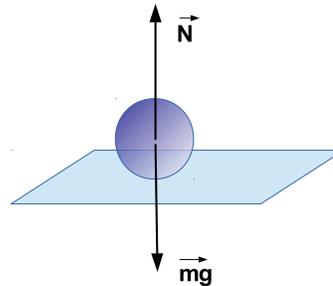
(2)  $9\text{kg}$  の物体に働く重力の大きさを数値で計算せよ。

答え

垂直抗力とは

椅子に座るといことは椅子が座面に垂直な方向に体を支えてくれるということです。このような力を垂直抗力といいます。地球上で質量  $m$  の物体を水平な机の上に置くと重力  $\vec{mg}$  と垂

直抗力  $\vec{N}$  が下図のように釣り合います。(  $\vec{mg}$  と  $\vec{N}$  の始点は重心(球の中心))

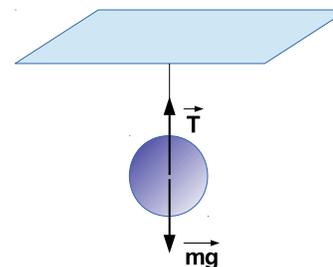


運動方程式で表すと  $\vec{0} = \vec{N} + \vec{mg}$

左辺の  $\vec{0}$  は机上で物体が静止することから加速度も零となることによるものです。

張力とは

我々がバンジージャンプを遊びとして楽しむのは、張力が我々を支えてくれるということがわかっているからです。単純な例として糸にボールをぶら下げて吊るす状況を考えましょう。このとき下図のように重力  $\vec{mg}$  と張力  $\vec{T}$  が釣り合います。(  $\vec{mg}$  と  $\vec{T}$  の始点は重心(球の中心))

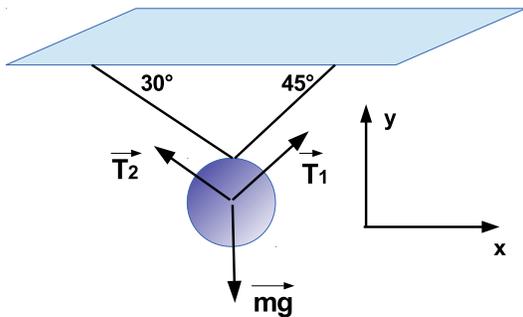


運動方程式で表すと  $\vec{0} = \vec{T} + \vec{mg}$

左辺の  $\vec{0}$  は中空で物体が静止することから加速度も零となることによるものです。

問5 (20点)

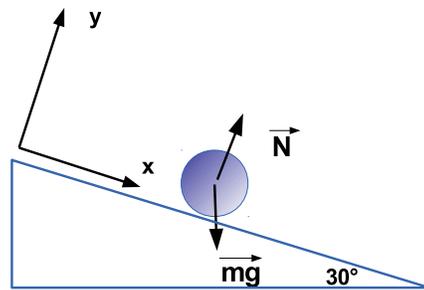
図のように糸の張力  $\vec{T}_1$ 、 $\vec{T}_2$  と重力  $\vec{mg}$  が釣り合っている。このとき  $\vec{T}_1$ 、 $\vec{T}_2$  の大きさを求めよ。(ヒント: 図のように  $xy$  座標をとって各成分ごとのつりあいを考える。ベクトルで釣り合いが成立していたらその成分においても釣り合いが成立していると考えることができる。)



答え

問6 (20点)

質量  $m$  の物体が斜面を滑り落ちはじめるところである。物体には垂直抗力  $\vec{N}$  と重力  $\vec{mg}$  が作用している。このとき物体の斜面方向の加速度を求めよ。(ヒント: 図のように  $xy$  座標をとって各成分ごとのつりあいを考える。 $y$  軸方向には運動しないので加速度は零、 $x$  軸方向の加速度を  $a$  とおき  $x, y$  方向の運動方程式を考える。)



答え

物理 (E) 問題第 2 回アンケート (必要事項を記入し、ご回答下さい。)

氏名 : \_\_\_\_\_

自宅住所 : \_\_\_\_\_

高校名 : \_\_\_\_\_

(1) 今回の問題で感じた難易度を聞かせてください。

問 1 1. 難しい 2. やや難しい 3. 標準 4. 易しい 5. とても易しい

問 2 1. 難しい 2. やや難しい 3. 標準 4. 易しい 5. とても易しい

問 3 1. 難しい 2. やや難しい 3. 標準 4. 易しい 5. とても易しい

問 4 1. 難しい 2. やや難しい 3. 標準 4. 易しい 5. とても易しい

問 5 1. 難しい 2. やや難しい 3. 標準 4. 易しい 5. とても易しい

問 6 1. 難しい 2. やや難しい 3. 標準 4. 易しい 5. とても易しい

(2) 添付 DVD はご覧になりましたか？

1. ビデオを見ることができた 2. できなかった

3. 2 の場合の理由 ( )

(3) 問題を解く上でビデオは

1. 参考になった 2. 普通 3. 参考にならなかった

裏面に続きます。

(4) 今回の添削問題に関する質問を以下にお書きください。

(5) 今回の添削問題に関する感想を以下にお書きください。

★ アンケートにご協力頂きありがとうございました。