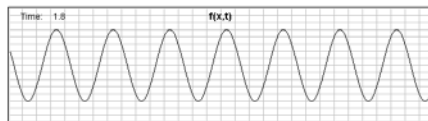


Prob. 17.01: 波の周波数 (振動数) を求める

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_1.cfm

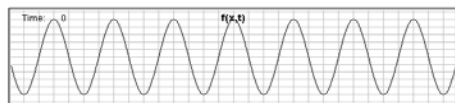
アニメーションで示された波の周波数を求めなさい。長さの単位は cm, 時間の単位は s.



Prob.17.02: 波の速さを求める

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_2.cfm

アニメーションで示された波の速さを求めなさい。長さの単位は cm, 時間の単位は s.

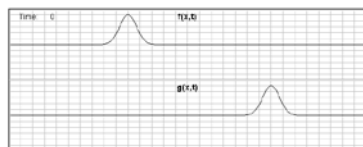


Prob. 17.03: 弦の張力を求める.

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_3.cfm

アニメーションは、性質が全く同じ2本の弦を伝わる波

(平衡状態からのずれが波として伝わる様子)を示す。線密度 ρ が一様な理想的な弦が張力 T で張られているとき、これを伝わる横波の速さは $v = \sqrt{T/\rho}$ となることが知られている (次元が正しいことを各自確かめよ)。長さの単位は cm, 時間の単位は秒。上の弦1の張力が500 Nであるなら、下の弦2の張力はどれだけか。



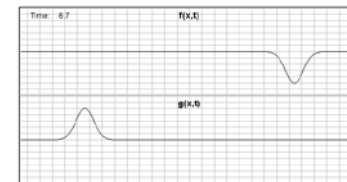
Prob. 17.04: 2つの波の重ね合わせ

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_4.cfm

アニメーションは全く等価な2本の弦を伝わる波を示す。

単位は長さが cm, 時間が s. もしこれらの波が1本の弦を進んでくると何が起きるかを考察する。時刻 $t = 2.5$ sで, a から d のうち正しいものはどれか? 2つの波を加え合わせると

- a. 波が消える.
- b. もとの波高の倍になる.
- c. 一方の波だけが残ったように見える.
- d. 両側が高く, 真ん中が低い波形になる.



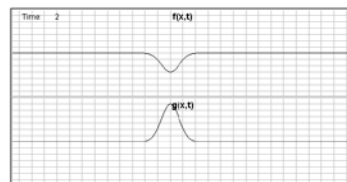
Prob. 17.05: 2つの波の重ね合わせ

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_5.cfm

アニメーションは全く等価な2本の弦を伝わる波を示す。

単位は長さが cm, 時間が s. もしこれらの波が1本の弦を進んでくると何が起きるかを考察する。時刻 $t = 2.0$ sで, a から d のうち正しいものはどれか? 2つの波を加え合わせると

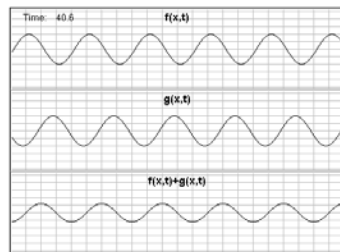
- a. 波が消える.
- b. もとの波高の倍になる.
- c. 一方の波だけが残ったように見える.
- d. 両側が高く, 真ん中が低い波形になる.



Prob. 17.06: 2つの波の重ね合わせ

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_6.cfm

アニメーションが示すように、上の2つの波を重ね合わせると弦の振動が3番目のようになる。正しい記述はどれか？

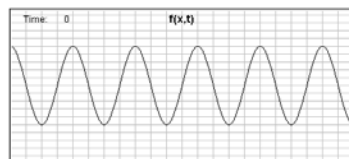


- a. $x = 0$ のところが全く振動しないので、波 f も g もこの点を通過しなかった。
- b. f の山と g の谷が重なる時刻に、弦はまっすぐになる。
- c. 弦の動きが一瞬停止するときがある。
- d. f の山と g の山が重なる時刻に、弦の動きが一番速くなる。

Prob. 17.07: 弦を伝わる波の速さ

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_7.cfm

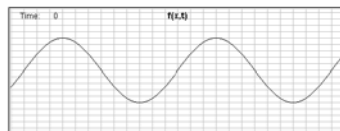
アニメーションは弦の定在波を示す。単位は、長さが cm, 時間が s. この弦を伝わる進行波の速さを求めなさい。



Prob. 17.08: 弦の密度

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_8.cfm

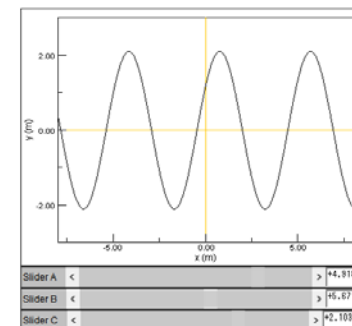
アニメーションは弦の定在波を示す。単位は、長さが cm, 時間が s. この弦の張力が $F = 4\text{ N}$ のとき、単位長さあたりの質量 ρ はどれだけか。



Prob. 17.09: 波の特徴を求める

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_9.cfm

スライダースイッチにより波の性質を変えられる。長さの単位は m, 角度はラジアンで表示。画面内のマウスカーソルの位置をクリックすると座標を読み取れる。

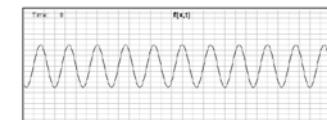


- a. どのスライダーがどのパラメータに対応するか？
- b. "this wave function" をクリックして現れる赤のグラフをサイン関数で表しなさい。

Prob. 17.10: 進行波の特徴を求める

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_10.cfm

- a. アニメーションの進行波の周波数、波長を測りなさい (単位は、長さが cm, 時間が s)
- b. 波の山の進む速さが波長と周波数の積であることを確認しなさい。
- c. この進行波を式で表しなさい。

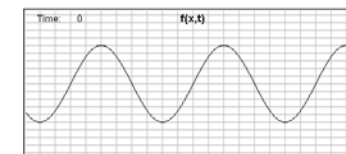


Prob. 17.11: 定在波の特徴を求める

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_11.cfm

このアニメーションは弦の定在波を示す。単位は長さが m, 時間が s.

- a. この弦を伝わる波の速さを求めなさい。
- b. $x = 2\text{ m}$ で観測したとき弦の変位の時間依存性はどのようになるか、 $f(2\text{m}, t)$ を求めなさい。
- c. 同様に、 $f(0, t)$ を求めなさい。
- d. $f(x, t)$ を求めなさい。

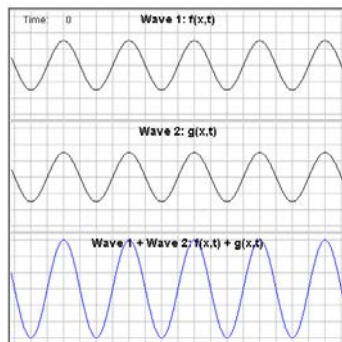


Prob. 17.12: 定在波の特徴を求める

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_12.cfm

2つの進行波が重なって定在波をつくる。アニメーションの上と中は各進行波を別々に描いたもの、下は重ね合わせの結果を描いたものである。単位は長さがm, 時間がs.

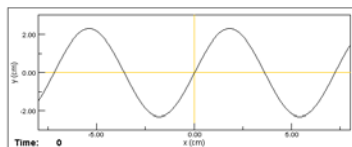
- a. 上と中の進行波の波長, 周波数, 速さを求めなさい.
- b. 下の定在波の波長, 周波数, 速さを求めなさい.



Prob. 17.13: 進行波を式で表す

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_13.cfm

アニメーションで示す進行波を式で表しなさい。単位は長さがcm, 時間がs.

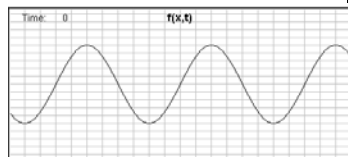


Prob. 17.14: ピンと張った弦の定在波を式で表す

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_14.cfm

単位は長さがcm, 時間がs.

- a. アニメーションで示す定在波を式で表しなさい.
- b. この弦を右に向かって進む進行波の速さはどれだけか?

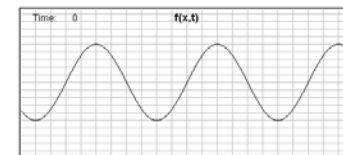


Prob. 17.15: ピンと張った弦の定在波の特徴を求める

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_15.cfm

アニメーションは定在波を示す。単位は長さがcm, 時間がs.

- a. 周波数 ν と波長 λ および振幅 A を測定しなさい.
- b. $f(0, t)$ と $f(2\text{cm}, t)$, すなわち弦の2箇所 $x=0$ と $x=2\text{cm}$ の変位を, 式で書きなさい.
- c. $\frac{\partial}{\partial t} f(0, t)$ と $\frac{\partial}{\partial t} f(2\text{cm}, t)$, すなわち2箇所の(微小部分の振動の)速度を, 式で書きなさい.
- d. $\frac{\partial}{\partial t} f(x, 0)$, すなわち弦の位置 x における振動の速度が時刻 $t=0$ でどのようなになるかを, 式で書きなさい.



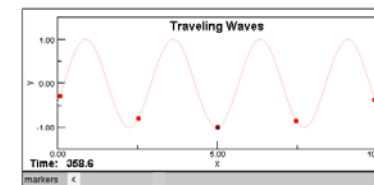
Prob. 17.16: 弦を伝わるサイン波を観察する

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_16.cfm

進行波が伝わる時の弦の動きをみるために目印(赤丸)

をつけてある。目印の個数はスライダスイッチで変えられる。単位は長さがcm, 時間がs.

- a. どこか1か所に注目すると, その動きはどのようなになるか? 波が伝わる方向に動くか? これらの情報から波の式 $f(x, t)$ を書きなさい.
- b. 目印が1個のとき, その変位の時間的な変化を表す式 $f(t)$ を書きなさい.
- c. 目印の個数を最大にして, 隣り合う位置の動きを比較しなさい. 何が同じで何が異なるか?
- d. 目印の点だけから波を再構築するとき個数が少ないとどんな誤りを犯す可能性があるか?



Prob. 17.17: 1点でみた振動の様子

http://www.compadre.org/Physlets/waves/prob17_17.cfm

各アニメーションはx軸方向に張った弦を伝わる波を示す。単位は, 長さがcm, 時間がs.

- a. $x=0$ で弦の変位の時間的な変化を測定した結果の概略を横軸に時間をとって描きなさい.
- b. $x=2\text{cm}$ での測定結果は $x=0$ とどのように異なるか?

