

Stimmgabel

STIMMGABEL	1
ÜBERBLICK	2
Didaktische Hinweise	5
Lernziele.....	5
Physikalischer Hintergrund	5
Durchführung	6
Experiment.....	6
Voraussagen	7
Setup	7
Datenaufnahme	7
Analyse	7
Anwendung.....	7
Typische Antworten.....	8
Bewertung.....	9
SCHÜLER-EXP-ANLEITUNG VOM PENDEL ZUR STIMMGABEL.....	10
Einführung	10
Geräteausstattung.....	10
Sicherheitshinweis:.....	10
Hintergrund.....	10
Vorhersage.....	10
Messung.....	10
Computer-Setup	10
Ausstattungs-Setup	11
Messwerterfassung (Datenaufnahme)	12
Ausblicke	12
Literatur	13
Schülerantwortblatt	14
Lehrerinformations-Seite	16

Überblick

- **Zeitbedarf:** 2 Unterrichtsstunden (ca 90 Minuten)
- **Klassenstufe:** 7 - 8
- **Schwierigkeitsgrad:** 5

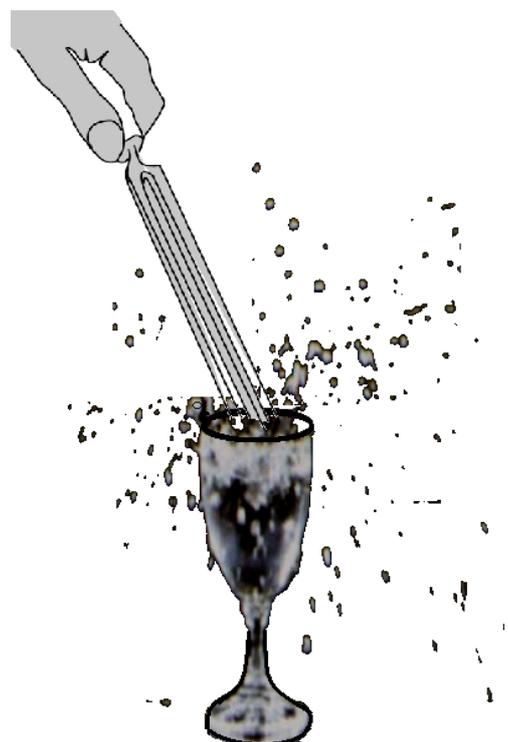
Kern: Die Schülerinnen und Schüler machen erste Experimente mit dem Messerfassungssystem und bestimmen nach Versuchen mit einem Faden- und Federpendel die Frequenz und Amplitude einer Stimmgabel. Sie stellen fest, dass die Frequenz bzw. Periodendauer sowohl beim Faden-, Federpendel als auch bei der Stimmgabel nur von wenigen Randbedingungen abhängt.

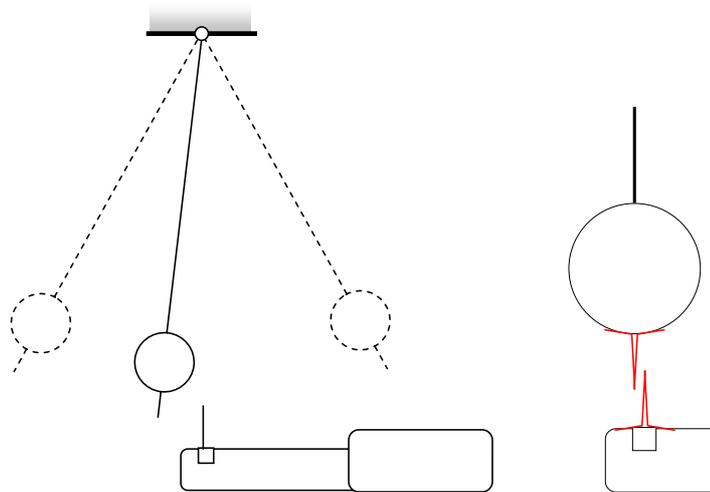
Beschreibung: Mit dem eingebauten Sound-Sensor im Xplorer-GLK werden Schallsignale in Abhängigkeit der Zeit aufgezeichnet. Die daraus resultierenden Diagramme liefern in der Analyse die gewünschten Periodendauer bzw. die zugehörige Frequenz.

[01.] Fadenpendel:

Aus Stativmaterial, einer Schnur und einem Pendelkörper wird ein Fadenpendel aufgebaut. Am unteren Ende des Fadenpendels wird ein Tesafilm-Streifen so aufgeklebt, dass er senkrecht nach unten zeigt. In gleicher Weise wird auf dem Mikrofon des Xplorer-GLX ebenfalls ein Tesafilm-Streifen aufgeklebt, der senkrecht nach oben zeigt.

Immer wenn der Tesafilmstreifen am Pendel in der vertikalen Position den Tesafilmstreifen auf dem Mikrofon verbiegt, nimmt der Soundsensor im Xplorer-GLX ein Signal auf. Im Sound-t-Diagramm entstehen auf diese Weise in regelmäßigen t-Abständen ($\Delta t = T/2$) Marken, aus deren Abstand man die Periodendauer des Pendels ermitteln kann.



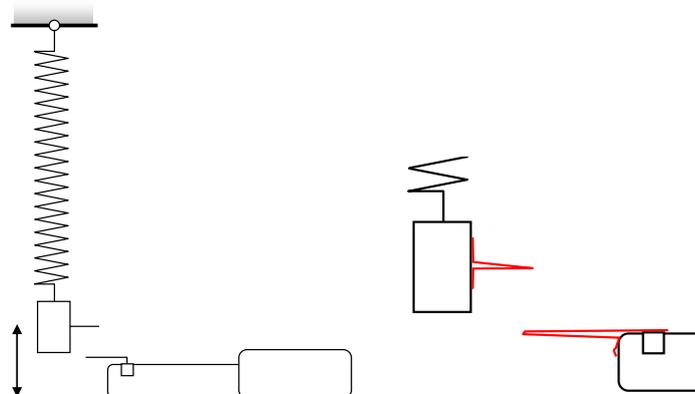


In verschiedenen Versuchen werden die Pendelmasse, die Amplitude und die Fadenlänge variiert. Es muss nicht betont werden, dass bei jedem Experiment immer nur eine physikalische Größe variiert wird, während die anderen Randbedingungen konstant gehalten werden – UND dann bei jeder experimentellen Situation immer mehrfach gemessen werden muss.

[02.] Federpendel:

Aus Stativmaterial, eine passenden Stahlfeder und einem Pendelkörper wird ein Federpendel aufgebaut. Am unteren Ende des Federpendels wird ein Tesafilm-Streifen so aufgeklebt, dass er waagrecht nach rechts zeigt (siehe Bild). In gleicher Weise wird auf dem Mikrofon des Xplorer-GLX ebenfalls ein Tesafilm-Streifen aufgeklebt, der ebenfalls waagrecht nach links zeigt. Die beiden Tesafilm-Streifen sollten hinreichend lang sein, damit keine Gefahr besteht, dass der Pendelkörper nicht den Xplorer-GLX beschädigt. Die Streifen werden so platziert, dass sie in der Ruhelage des Federpendels gerade in Kontakt zueinander stehen.

Immer wenn der Tesafilmstreifen am Pendel den Tesafilmstreifen auf dem Mikrofon verbiegt, nimmt der Soundsensor im Xplorer-GLX ein Signal auf. Im Sound-t-Diagramm entstehen auf diese Weise in regelmäßigen t -Abständen ($\Delta t = T/2$) Marken, aus deren Abstand man die Periodendauer des Pendels ermitteln kann.



In verschiedenen Versuchen werden jeweils die Pendelmasse und die Amplitude bei verschiedenen „harter“ Feder variiert. Es muss nicht betont werden, dass bei jedem Experiment immer nur eine physikali-

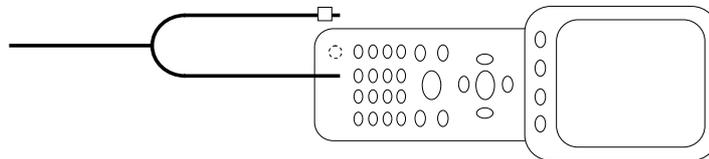
sche Größe variiert wird, während die anderen Randbedingungen konstant gehalten werden – UND dann bei jeder experimentellen Situation immer mehrfach gemessen werden muss.

[03.] Stimmgabel:

Die Stimmgabel wird angeschlagen und in die Nähe des Mikrofons des Xplorer-GLX gehalten. Bei der Aufzeichnung muss man sorgsam darauf achten, dass die Stimmgabel nicht zu nahe an das Mikrophon gehalten und horizontal schwingt, damit das Gerät durch die schwingenden Zinken der Stimmgabel nicht beschädigt werden.

Zunächst wird die Amplitude der Stimmgabel durch verschieden starkes Anschlagen verändert und jeweils die zugehörige Periodendauer gemessen.

Durch „Reiter“ an verschiedenen Positionen der Stimmgabel kann man die Frequenz der Stimmgabel ändern und diese Frequenzänderung sowohl hören als auch in der Messung bestätigen.



Didaktische Hinweise

Selbstverständlich könnte man diese Zeitmarken auch mit Hilfe der Lichtschranke erhalten. Das besondere dieser Variante besteht darin, dass man mit dem Grundgerät des Xplorer-GLX ohne weitere Sensoren auskommt – UND gleichzeitig die Schülerinnen und Schüler beim Faden- und Federpendel die Periodendauer, die Frequenz und die Amplitude sinnlich wahrnehmen. Gleichzeitig lernen die Schülerinnen und Schüler das Messerfassungssystem Xplorer-GLX zunächst in „einfach überschaubaren“ und dann in zunehmend komplexeren Situationen einzusetzen.

Lernziele

Die Schüler

- lernen mit den physikalischen Größen „Periodendauer“, „Frequenz“ und „Amplitude“ handlungsorientiert umzugehen.
- können in eigenen Experimenten zeigen, von welchen Randbedingungen die Periodendauer bzw. Frequenz bei einem Faden-, Federpendel und Stimmgabel abhängen.
- lernen, dass nur ein bestimmter Frequenzbereich bei Schwingungen als Ton hörbar ist.
- können ihr Verständnis auf Situationen aus dem Alltag übertragen – z.B. die Tonlage großer und kleiner Glocken erläutern – z.B.
- gestalten die Experiment zum Faden-, Federpendel und Stimmgabel und führen es aus und analysieren die Messwerte

Physikalischer Hintergrund

Die Periodendauer eines idealen Fadenpendels ergibt sich nach $T=2\cdot\pi\cdot(l/g)^{1/2}$ – also unabhängig von der Masse und der Amplitude des Fadenpendels.

Die Periodendauer bei einem Federpendel ergibt sich nach $T=2\cdot\pi\cdot(m/D)^{1/2}$ – also unabhängig von der Amplitude der Schwingung.

Die Frequenz einer Stimmgabel ist – ebenso wie beim Faden- und Federpendel – unabhängig von der Amplitude. Egal wie kräftig man eine 440Hz Stimmgabel anschlägt, ergibt sich immer wieder der gleiche Grundton von 440Hz.

Selbstverständlich kann man – je nach der betroffenen Kursstufe – nur diese Zusammenhänge zu vermuten und diese Vorhersagen experimentell zu verifizieren oder zu falsifizieren ODER in höheren Klassenstufen die jeweilige Differentialgleichung aufzustellen, zu lösen und mit den hier gewonnenen Messwerten zu vergleichen.

Auf der Basis einer Methodenkompetenz wollen wir einen Unterricht „schülerzentriert“ gestalten. Das Ziel der ersten Stunde in dieser Doppelstunde ist die „Erschließung vorhandener Präkonzepte“ und der Start der Galileischen Methode, die in folgenden Schritten abläuft:

1. Präkonzepte → Hypothesen, Modellvorstellungen, Theorien, Naturgesetze
2. Formulierung von Vorhersagen

In der zweiten Doppelstunde werden die Vorhersagen in zugehörigen Experimenten überprüft.

3. Durchführung der Experimenten, in denen die obigen Vorhersagen falsifiziert oder verifiziert werden
4. Reaktion bei Falsifizierung ... Reflexion der „falschen Hypothesen ...“
5. Reaktion bei Verifizierung ... Vertrauen in die Theorie ... Begründung, warum man physikalische Theorien prinzipiell nicht verifizieren kann!

Dieses Vorgehen legt die auf Schülerseite vorliegenden Präkonzepte offen und korrigiert Fehlvorstellungen in einer schülerzentrierten Unterrichtsform vor dem Einstieg in die experimentelle Messphase mit der zugehörigen Messerfassung.

Durchführung

1. Stunde:

Die Physiklehrkraft führt am Ende einer Unterrichtsstunde in einer Lehrerdemonstration folgende vier Experimente vor

- Fadenpendel
- Federpendel
- Horizontales Feder-Masse-Pendel
- Stimmgabel

In der nun folgenden Hausaufgabe (oder Alternativ: Teamarbeit – jeweils vier Schülerinnen und Schüler bilden ein Team; 8 Teams bilden eine ganz Klasse) diskutieren die Schülerinnen und Schüler „Gemeinsamkeiten“ und „Unterschiede“ dieser vier Experimente. In einem „Ergebnisgespräch“ (Hausaufgabenbesprechung) werden die Ergebnisse zusammen getragen und das Fazit formuliert: Es handelt sich in allen vier Experimenten um eine Schwingung um eine Ruhelage. Die Beschreibung dieser Schwingung erfolgt über die Periodendauer – T und die Amplitude – s_0 . Aus der Periodendauer T kann man die Frequenz f berechnen. Der Zusammenhang $f=1/T$ wird thematisiert und eingeübt. Die sichere Verwendung der Begriffe „Amplitude“, „Periodendauer“ und „Frequenz“ sind der Lernstand vor dem Start der hier beschriebenen Doppelstunde.

Die Doppelstunde beginnt mit der Offenlegung vorhandener Präkonzepte; sie werden erfragt, erfasst und diskutiert. UND auf der Basis dieser Vorstellungen formulieren die Teams Vorhersagen, die im folgenden Experiment überprüft werden sollen.

Experiment

2. Stunde – Beschreibung der Durchführung für die Lehrkraft:

1. Jeder Schüler bekommt eine Kopie der **Experimentieranleitung** und ein **Schüler-Antwort-Blatt**.
2. Jedes Teammitglied bekommt eine spezielle Aufgabe. Wenn ein Team aus vier Personen besteht, könnte das folgendermaßen aussehen:
 - Schüler 1 beschäftigt sich mit der Experimentieranleitung. Dieser Schüler liest die Anleitung, damit sichergestellt ist, dass sie das Messerfassungssystem korrekt bedienen.
 - Schüler 2 ist dafür verantwortlich, dass das Schüler-Antwortblatt fertig gestellt wird.
 - Schüler 3 ist für die Bedienung und Kontrolle der Geräte verantwortlich.
 - Schüler 4 bedient den Computer.
3. Der Xplorer wird an den USB-Anschluss des Computers angeschlossen.

4. Leider muss der Sound-Sensor des Xplorer-GLX im PASPORTAL-Fenster der DataStudio-Software manuell eingebunden werden. Im Menue von DataStudio wird unter Einstellungen der Soundsensor des Xplorer-GLX gewählt.
5. Nun wählt man die passende DataStudio-Konfiguration-Dateien mit den Namen:

FK01 Pendel.ds

FK 01 Stimmgabel.ds

und fährt entsprechend den Instruktionen auf den Schüler-Experimentier-Anleitungen fort. Sie können die Dateien als gepacktes Archiv [hier](#) oder über unsere Internet-Seite www.conatex.com downloaden.

Voraussetzungen

Die Teams beantworten das Schüler-Antwort-Blatt als Hausaufgabe. Im Sinne der so genannten „Galileischen Methode“ (Experimente sind immer theoriegeleitet) – im Sinne der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise (... auf der Basis von Hypothesen, Modellvorstellungen und schon vorhandenen Theorien werden Vorhersagen formuliert; im Experiment werden diese Vorhersagen falsifiziert oder verifiziert) - ist es wesentlich, dass die verbale Beschreibung und die Vorhersagen formuliert wurden, bevor die Messung durchgeführt wird.

Setup

Die Experimentieranleitung stellt die hier notwendigen Arbeitsschritte dar. Das Schüler-Antwortblatt fordert die Schüler auf, die passenden Daten aufzunehmen, das Ergebnis zu analysieren und zu beurteilen ob ein hinreichendes Verständnis erworben wurde.

Datenaufnahme

Anweisungen zur Aufnahme der Messdaten stehen in den Schüler-Experimentieranleitungen. Die Schüler sollten sich darüber informieren, welche Informationen notwendig sind, damit sie die Messdaten erfassen können.

Analyse

Die Schüler verwenden die aufgenommenen Messdaten, um die im Schüler-Antwort-Blatt gestellten Fragen zu beantworten. Typische Antworten sind in der „Lehrerversion“ dieses Antwortblattes abgedruckt.

Anwendung

In diesem Abschnitt sollen die Schüler ausgehend von tragfähigen Präkonzepten, Informationen aus dem einführenden Impulsreferat und den anschließenden Teamarbeiten UND den durchgeführten Messungen – also auf der Basis des nun vorhandenen Wissens – dieses neu erworbene Fachwissen und die dabei gelernten Fachmethoden auf eine andere Situation anwenden – also einen „Transfer“ durchführen.

Typische Antworten

In diesem Abschnitt werden typische Antworten aufgeführt, die man in der anvisierten Klassenstufe eventuell erwarten kann.

Vorhersagen beim Fadenpendel:

1. Wir vermuten, die Periodendauer des Fadenpendels ist abhängig von der Masse der Fadenpendelschwingung. Bei gleicher Fadenlänge und Amplitude werden unterschiedliche Massen angehängt und die zugehörige Periodenlänge gemessen. Wir erwarten, dass sich bei größerer Masse eine größere Periodendauer ergibt.

Das Experiment widerlegt unsere Vorhersagen! Die Periode der Fadenpendelschwingung ist unabhängig von der Masse.

2. Wir vermuten, die Periodendauer des Fadenpendels ist abhängig von der Amplitude der Fadenpendelschwingung. Bei gleicher Fadenlänge und Masse des Pendelkörpers wird das Pendel unterschiedlich stark angestoßen und die zugehörige Periodenlänge gemessen. Wir erwarten, dass sich bei größerer Amplitude eine größere Periodendauer ergibt.

Das Experiment widerlegt unsere Vorhersagen! Die Periode der Fadenpendelschwingung ist unabhängig von der Amplitude der Schwingung – also unabhängig davon, wie stark man das Fadenpendel am Anfang auslenkt.

3. Wir vermuten, die Periodendauer des Fadenpendels ist abhängig von der Länge des Fadens. Bei gleicher Masse und Amplitude erwarten wir bei einem längeren Faden eine größere Periodenlänge.

Das Experiment bestätigt unsere Vorhersagen! Die Periode der Fadenpendelschwingung ist eine Funktion der Pendellänge. Allerdings ergibt eine doppelte Pendellänge keine doppelte Periode. Die beiden physikalischen Größen sind also nicht direkt proportional zueinander.

Vorhersagen beim Federpendel:

4. Wir vermuten, die Periodendauer des Federpendels ist abhängig von der Masse der Federpendelschwingung. Bei der gleichen Feder und gleichen Amplitude werden unterschiedliche Massen angehängt und die zugehörige Periodenlänge gemessen. Wir erwarten, dass sich bei größerer Masse eine größere Periodendauer ergibt.

Das Experiment bestätigt unsere Vorhersagen! Die Periode der Federpendelschwingung ist unabhängig von der Masse des Feder-Schwere-Pendels.

5. Wir vermuten, die Periodendauer des Federpendels ist abhängig von der Amplitude der Federpendelschwingung. Bei der gleichen Feder und gleichen Masse wird die Feder unterschiedlich weit ausgelenkt und die zugehörige Periodenlänge gemessen. Wir erwarten, dass sich bei größerer Amplitude eine größere Periodendauer ergibt.

Das Experiment widerlegt unsere Vorhersagen! Die Periode der Federpendelschwingung ist unabhängig von der Amplitude der Schwingung – also unabhängig davon, wie stark man das Federpendel am Anfang auslenkt.

6. Wir vermuten, die Periodendauer des Federpendels ist abhängig von der „Federsorte“. Bei gleicher Masse und Amplitude erwarten wir bei einer weicheren Feder eine größere Periodenlänge. Wir vermuten, dass sich bei größerer „Federhärte“ eine kleinere Periodenlänge ergibt.

Das Experiment bestätigt unsere Vorhersagen! Die Periodendauer der Federpendelschwingung ist eine Funktion der Federhärte. Allerdings ergibt eine doppelte Federhärte keine doppelte Frequenz. Die beiden physikalischen Größen sind also nicht direkt proportional zueinander.

Vorhersagen bei der Stimmgabel:

7. Wir vermuten, die Periodendauer, Frequenz der Stimmgabel ist unabhängig davon, wie stark man die Stimmgabel anschlägt; also ist die Frequenz der Stimmgabel unabhängig von ihrer Amplitude.

Das Experiment bestätigt unsere Vorhersagen! Die Frequenz der Stimmgabel ist unabhängig von der Amplitude der Schwingung – also unabhängig davon, wie stark man die Stimmgabel anschlägt und der wahrnehmbare Ton ändert sich nicht, wenn durch Dämpfung die Amplitude der Stimmgabel im Laufe der Zeit kleiner wird.

8. Eine Zusatzmasse an den Zinken der Stimmgabel wird die Frequenz der Stimmgabel reduzieren.

Das Experiment bestätigt unsere Vorhersagen! Die Frequenz der Stimmgabel nimmt mit zunehmender Zinken-

masse ab.

Bewertung

In diesem Abschnitt werden Lernzielkontrollen beschrieben ... UND Vorschläge für mögliche Bewertungen gemacht:

- Haben die Schüler die Ausstattung richtig angeschlossen? Sind sie entsprechend den Anweisungen vorgegangen?
- Können die Schüler zeigen, dass sie durch ihre Beobachtungen während der Messungen ihre eventuell falschen Vorhersagen reflektiert korrigieren können?
- Haben die Schüler die Fragen auf dem Schüler-Antwortblatt richtig beantwortet.
- Haben die Teams zu den hier vorgestellten Experimenten einen Alltagsbezug formulieren können ... z.B. die Tonhöhe einer Glocke hängt nicht davon ab, wie stark man sie anschlägt ... z.B. Große Glocken mit großer Masse erzeugen einen tiefen Ton, während kleine Glocken mit einer kleinen Masse einen höheren Ton erzeugen ... z.B. bei eine Pendeluhr muss man darauf achten, dass die Pendellänge konstant bleibt, wenn man will, dass die Uhr gleichmäßig läuft.

Schüler-Exp-Anleitung**Vom Pendel zur Stimmgabel****Einführung**

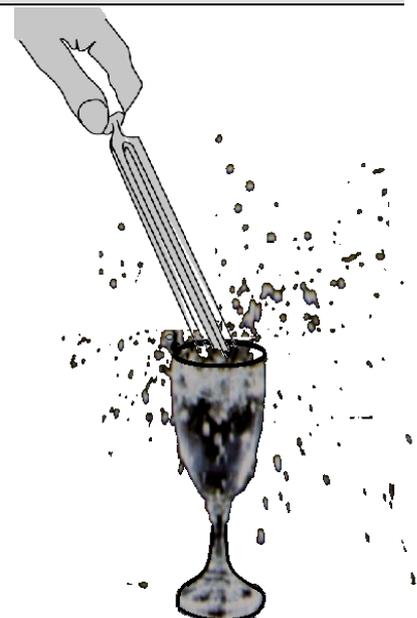
Wir wollen bei einem Fadenpendel, einem Federpendel und einer Stimmgabel untersuchen, wovon die Periodendauer der zugehörigen Schwingung abhängt.

Geräteausstattung

- Computer mit einem USB-Anschluss
- Xplorer-GLX-Grundgerät (Best.-Nr. [104.1001](#))
- DataStudio Software (Download der kostenlosen DataStudio Lite-Version: [hier](#))
- Experimentieranleitung
- Schüler-Antwortblatt

Sicherheitshinweis:

Achten Sie sorgfältig auf die Anweisungen bei der Bedienung der Geräte!

**Hintergrund**

In der Mitte vor dem Labortisch hängt ein Fadenpendel mit einer Masse von 10kg von der Decke. Es ist ein imposanter Anblick, wenn diese 10kg-Kugel bis zur Wand des Fensters ausgelenkt und dann losgelassen wird. Auf dem Labortisch steht eine alte Pendeluhr mit offener Türe, so dass man das Pendel, das regelmäßig hin und her schwingt, gut sehen kann. Aus einem Vorversuche sind folgende drei Experimente (Faden-Pendel, Federpendel, waagrechter Federschwinger und eine Stimmgabel) bekannt, die alle durch die physikalischen Größen „Periodendauer“, „Frequenz“ und „Amplitude“ beschrieben werden können.

Vorhersage

Vor der Messung mit dem Messerfassungssystem beantworten Sie bitte den Teil des **Schüler-Antwortblattes**, der sich mit den Vorhersagen befasst.

Messung**Computer-Setup**

1. Schließen Sie den Xplorer-GLX am USB-Anschluss des Computers an.

2. Leider muss der Sound-Sensor des Xplorer-GLX im PASPORTAL-Fenster der DataStudio-Software manuell eingebunden werden. Im Menue von DataStudio wird unter Einstellungen der Soundsensor des Xplorer-GLX gewählt.

3. Nun wählt man die passende DataStudio-Konfiguration-Datei mit dem Namen:

FK01 Pendel-Stimmgabel T.ds

und fährt entsprechend den Instruktionen auf den Schüler-Experimentier-Anleitungen fort.

Hinweis: Die Konfigurations-Datei aktiviert die passende Bildschirmausgabe und die Messrate.

Ausstattungs-Setup**Fadenpendel**

1. Mit passenden Stativstangen, einem Faden und einem Pendelkörper wird ein Fadenpendel aufgebaut.
2. Am Mikrophon wird ein Tesafilmstreifen senkrecht nach oben aufgeklebt.
3. Am Pendelkörper wird ein Tesafilmstreifen senkrecht nach unten aufgeklebt.
4. Das Fadenpendel wird so justiert, dass bei jedem Durchgang des Fadenpendels durch die Ruhelage, der Tesafilm-Streifen der Masse den Tesafilmstreifen über dem Mikrophon verbiegt. Das dabei entstehende Geräusch wird von dem Mikrophon aufgezeichnet.
5. Je nach der zu untersuchenden Vorhersage werden in unterschiedlichen Experimenten, die nacheinander durchgeführt werden, die Masse, die Pendellänge und die Amplitude verändert. Es muss nicht betont werden, dass man jeweils immer nur eine physikalische Größe von Experiment zu Experiment verändern darf, wenn man herausbekommen will, wie die Periodendauer von diesen physikalischen Größen abhängen.

Federpendel

1. Mit passenden Stativstangen, einer Feder und einem Pendelkörper wird ein Federpendel aufgebaut.
2. Am Mikrophon wird ein Tesafilmstreifen waagrecht weit über den Rand des Xplorer-GLX aufgeklebt.
3. Am Pendelkörper wird ein Tesafilmstreifen waagrecht aufgeklebt.
4. Das Federpendel wird so justiert, dass bei jedem Durchgang des Federpendels durch die Ruhelage, der Tesafilm-Streifen am Pendelkörper den Tesafilmstreifen am Mikrophon verbiegt. Das dabei entstehende Geräusch wird von dem Mikrophon aufgezeichnet.
Man muss sehr sorgfältig darauf achten, dass der Pendelkörper nicht das Mikrophon oder das Xplorer-GLX-Grundgerät trifft und dabei beschädigt.
5. Je nach der zu untersuchenden Vorhersage werden in unterschiedlichen Experimenten, die nacheinander durchgeführt werden, die Masse und die Amplitude verändert. Es muss nicht betont werden, dass man jeweils immer nur eine physikalische Größe von Experiment zu Experiment verändern darf, wenn man herausbekommen will, wie die Periodendauer von diesen physikalischen Größen abhängen.
Will man die Abhängigkeit der Periodendauer von der Federhärte testen, muss man die Anlage jeweils sorgfältig neu justieren!

Stimmgabel

Die Stimmgabel wird angeschlagen und während der Messwertaufnahme vorsichtig über dem Mikrophon platziert.

Messwerterfassung (Datenaufnahme)

Experiment Nr. 1 - Fadenpendel

1. Das Sound-T-Diagramm liefert entlang der t-Achse in regelmäßigen Abständen „Geräuschsignale“, die bei der Berührung der beiden Tesafilmstreifen jeweils entstehen.
2. Die Periodenlänge kann man aus der Zeit für 10 volle Durchgänge leicht berechnen. Achtung: Zu jedem vollen Durchgang gehören zwei Sound-Signale.
3. In passender Weise wird die Fadenlänge bei gleicher Pendelmasse und gleicher Amplitude verändert und die Messung wiederholt.
4. In passender Weise wird die Pendelmasse bei gleicher Fadenlänge und gleicher Amplitude verändert und die Messung wiederholt.
5. In passender Weise wird die Amplitude bei gleicher Pendelmasse und gleicher Fadenlänge verändert und die Messung wiederholt.

Experiment Nr. 2 - Federpendel

1. Das Sound-T-Diagramm liefert entlang der t-Achse in regelmäßigen Abständen „Geräuschsignale“, die bei der Berührung der beiden Tesafilmstreifen jeweils entstehen.
2. Die Periodenlänge kann man aus der Zeit für 10 volle Durchgänge leicht berechnen. Achtung: Zu jedem vollen Durchgang gehören zwei Sound-Signale.
3. In passender Weise wird die Pendelmasse bei der gleichen Feder und bei gleicher Amplitude verändert und die Messung wiederholt.
4. In passender Weise wird die Amplitude bei gleicher Pendelmasse verändert und die Messung wiederholt.
5. Diese Versuche werden nun bei einer anderen Federhärte wiederholt.

Experiment Nr. 2 -

1. Die Stimmgabel hat eine sehr kleine Periodendauer und damit entfallen auf ein Messzeit von einigen Sekunden so viele Schwingungen, dass man sie nicht mehr voneinander unterscheiden kann. Daher stellt man in der DataStudio-Software eine Messzeit von Bruchteilen einer Sekunde ein. Der Computer stoppt dann automatisch nach dieser „sinnvoll kurz gewählten Zeit“ die Messung, so dass auf einem Sound-t-Diagramm nur wenige Schwingungen zu sehen sind ... und damit eine Auswertung überhaupt erst möglich ist.
2. Die obige Messung der Periodendauer wird bei unterschiedlich starken Amplituden wiederholt.

Ausblicke

Mit Sicherheit wurden einige Vorhersagen durch das zugehörige Experiment falsifiziert. Erstaunlich ist hierbei wahrscheinlich, dass die Periodendauer eines Fadenpendels im Rahmen gewisser Randbedingungen nur von der Länge des Pendels abhängt.

Das hier trainierte Verfahren nennt man Galileische Methode: „Alle Experimente sind theoriegeleitet“. Auf Galilei geht die hier praktizierte naturwissenschaftliche Arbeitsweise zurück: Auf Grund von Hypothesen, Modellvorstellungen, Theorien werden Vorhersagen gemacht die man in einem Experiment überprüfen kann. Wird die Vorhersage durch das Experiment falsifiziert, dann ist die Hypothese, Modellvorstellung oder Theorie, die zu dieser Vorhersage geführt hat, falsifiziert und es besteht Handlungsbedarf ... neue Theorie ... oder Einschränkung auf bestimmte Randbedingungen. Wird die getroffene Vorhersage aber verifiziert, dann wächst das Vertrauen in die zu Grunde liegende Hypothese, Modellvorstellung oder Theorie. Prinzipiell kann man physikalische Theorien aber nie beweisen, denn es könnte ja schon morgen ein

Experiment zu einer Falsifizierung führen.

Literatur

[01] Popper ...

[02] Handbuch zum Xplorer-GLX

Schülerantwortblatt

Verwenden Sie zur Beantwortung der folgenden Fragen geeignete Ressourcen (Schulbuch, Schulbibliothek, Internet, Expertenwissen ...)

[A] Definitionen – Begriffe ...

- [A.01]** Was versteht man unter einer Periodenlänge?
- [A.02]** Was versteht man unter einer Frequenz?
- [A.03]** Wie kann man aus der Periodenlänge die zugehörige Frequenz berechnen?
- [A.04]** Was versteht man unter einer Amplitude?

[B] Vorhersagen (im Sinne der Galileischen Methode)

- [B.01]** Von welchen Randbedingungen hängt bei einem Fadenpendel die Periodendauer dieses Fadenpendels ab?
- [B.02]** Von welchen Randbedingungen hängt bei einem Federpendel die Periodendauer dieses Federpendels ab?
- [B.03]** Von welchen Randbedingungen hängt bei einer Stimmgabel die Frequenz der Stimmgabel ab?

[C] Messung

- [C.01]** Nehmen Sie die Messwerte für das Experiment 1-Fadenpendel auf
- Dokumentieren Sie Ihre Messwerte!
 - Analysieren Sie die aufgenommenen Diagramme: Bestimmen Sie Periodendauer T des Fadenpendels in Abhängigkeit der gewählten Randbedingungen!
 -
- [C.02]** Nehmen Sie die Messwerte für das Experiment 2-Federpendel auf
- Dokumentieren Sie Ihre Messwerte!
 - Analysieren Sie die aufgenommenen Diagramme: Bestimmen Sie Periodendauer T des Federpendels in Abhängigkeit der gewählten Randbedingungen!
- [C.03]** Nehmen Sie die Messwerte für das Experiment 1-Fadenpendel auf
- Dokumentieren Sie Ihre Messwerte!
 - Analysieren Sie die aufgenommenen Diagramme: Bestimmen Sie Periodendauer T und die Frequenz der Stimmgabel in Abhängigkeit der gewählten Randbedingungen!
 - Welche Folgerungen bzgl. der gemachten Vorhersagen können Sie ziehen?

[D] Folgerungen – Analyse – „Synthesize“ - Lernzielkontrolle

- [D.01]** Welche Folgerungen bzgl. der gemachten Vorhersagen beim Fadenpendel können Sie ziehen?
- [D.02]** Welche Folgerungen bzgl. der gemachten Vorhersagen beim Federpendel können Sie ziehen?
- [D.03]** Welche Folgerungen bzgl. der gemachten Vorhersagen bei der Stimmgabel können Sie ziehen?

- [D.04]** Wie würden Sie Ihren Eltern, Geschwister usw. erklären, was man unter „Frequenz“, „Periodendauer“ und „Amplitude“ versteht?
- [D.05]** Haben Sie eine Theorie darüber, warum die Periodendauer des Fadenpendels „nur“ von der Fadenlänge abhängt?
- [D.06]** Welche Periodendauer hätte ein Fadenpendel auf dem Mond (im Vergleich zur Erde)?

Lehrerinformations-Seite

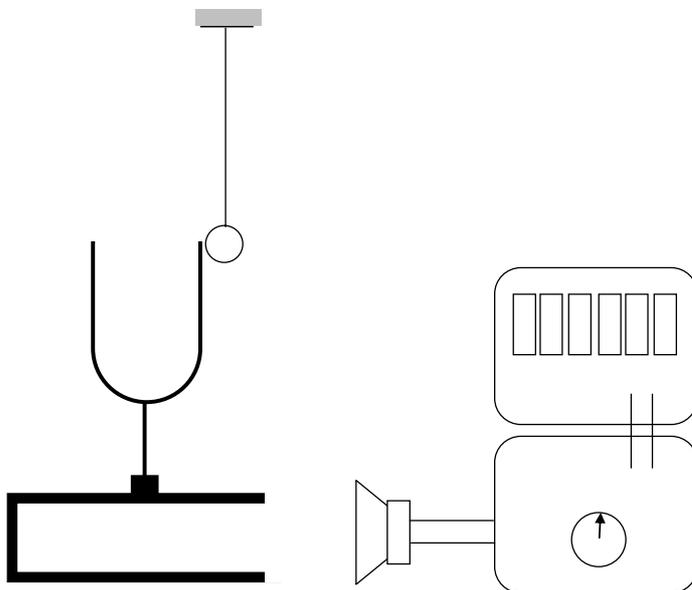
Wenn die Schüler-Vermutung aufkommt, dass die Periodendauer beim Faden- und/oder Feder-Pendel von der Dämpfung abhängt, kann man diese Vermutungen wenigstens ein Stück weit mit Dämpfungsfahnen an den Pendelmassen untersuchen.

Selbstverständlich bleibt es der Kursstufe überlassen, die zugehörigen Differentialgleichungen aufzustellen und die zugehörigen Periodendauern deduktiv abzuleiten und mit den hier gewonnen Messwerten zu vergleichen.

Interessante Frage zu Stimmgabel mit Blick auf hochbegabte Hochleister in einem differenzierten Unterricht ergeben sich in folgende Richtungen:

- Man drückt eine angestoßene Stimmgabel fest auf eine Holzunterlage oder noch besser auf einen passenden Resonanzkörper. Welche Schwingungsform muss die Stimmgabel ausführen, wenn man beobachten kann, dass die Stimmgabel Energie auf die Unterlage abgeben kann.
- Welche Rolle spielen die Resonanzkörper, die man als „Fuß“ bei vielen Stimmgabeln findet.
- In welcher „Bandbreite“ werden Stimmgabeln in Resonanz angeregt? Diese Bandbreite kann man mit Frequenzgeneratoren (im Xplorer-GLX eingebaut) leicht nachprüfen.

Das Bild am Anfang dieser Unterrichtsbeschreibung zeigt Wasserspritzer, wenn man eine Stimmgabel kräftig anschlägt und dann ins Wasser hält. Taucht man die Stimmgabel mit den Zinken ins Wasser, müsste man eventuell erwarten, dass die Schwingung der Stimmgabel gedämpft wird und der wahrnehmbare Ton leiser wird. Warum kann man gerade das Gegenteil beobachten?



Ein schönes Experiment ergibt sich, wenn man einen Tennisball so aufhängt, dass er die senkrechten Zinken einer Stimmgabel gerade eben berührt. Vor dem Resonanzkasten der Stimmgabel steht der Lautsprecher eines Sinusgenerators, der verschiedene Frequenzen in der Nähe der Resonanzfrequenz der Stimmgabel liefern kann. An der Resonanzstelle fliegt der Tischtennisball spektakulär weg.

Die Versuchsanleitung ist entnommen aus „PASPORT Explorations in Physics“

Übersetzt vom Amerikanischen ins Deutsche und inhaltlich überarbeitet von Prof. Franz Kranzinger.