

## بسمه تعالی

نام و نام خانوادگی : نوید نادری علی زاده - شماره ی دانشجویی : ۸۶۱۰۸۷۴۴ - رشته : مهندسی برق -  
گروه : ۱ - زیر گروه : ۲ - تاریخ انجام آزمایش : ۸۷/۲/۱۴ - ساعت : ۱۰:۳۰ -  
دستیار آموزشی : خانم فضل علی

### آزمایش شماره ی ۸

عنوان آزمایش : برخورد (بقای تکانه)

هدف : بررسی برخورد کشسان و غیر کشسان دو جسم و پایستگی اندازه حرکت در یک بعد

وسایل مورد نیاز : ۱- ریل هوا با پایه ۲- آغازگر حرکت متصل به ریل هوا (تفنگ فنی) ۳- دو عدد  
زمان سنج (Step by Step) ۴- دو عدد سنسور نوری ۵- دو عدد سره ۶- دو عدد تیغه ی پایه دار  
۱۰ سانتیمتری ۷- وزنه ی سوراخ دار ۵۰ گرم ۸- ضربه گیر آلومینیومی حاوی خمیر بازی ۹- سوزن  
برخورد قابل اتصال به سره ۱۰- تیغه ی برخورد ۱۱- ضربه گیر لاستیکی قابل اتصال به سره

## نظریه :

تکانه (اندازه حرکت) یک جسم، برابر حاصلضرب کمیت اسکالر جرم جسم در کمیت برداری سرعت جسم است؛ بنابراین تکانه، کمیتی برداری است و از قانون جمع بردارها پیروی می کند؛ به همین دلیل، تکانه ی یک سیستم، برابر با جمع برداری یا برآیند تکانه های تک تک اعضای سیستم است.

با استفاده از قوانین دوم و سوم نیوتن، ثابت می شود که اگر نیرویی از خارج بر سیستم وارد نشود، مشتق تکانه ی سیستم نسبت به زمان، برابر صفر و در نتیجه تکانه ی سیستم، نسبت به زمان ثابت است. از جمله نیروهای خارجی که باعث می شوند این اصل در زندگی روزانه، قابل لمس نباشد، نیروی اصطکاک است؛ به همین دلیل برای انجام درست آزمایش، با استفاده از تخت هوا، اصطکاک را به حداقل ممکن می رسانیم؛ ولی باز هم در نتایج آزمایش خواهیم دید که اصطکاک هرگز دست بردار نیست و باز هم بر نتایج آزمایش (هر چند به مقدار کم) تاثیر می گذارد.

از لحاظ ابعاد حرکتی، حرکت می تواند در یک، دو یا سه بعد باشد (البته ابعاد بالاتر هم در ریاضی معرفی می شوند که آنها را بررسی نمی کنیم). در این آزمایش، حرکت اجسام بر روی ریل هواست؛ بنابراین پایداری تکانه را در یک بعد مطالعه خواهیم کرد.

همچنین برخوردها، بسته به اینکه انرژی جنبشی مجموع آنها ثابت می ماند یا خیر (به این نکته توجه داریم که پایداری انرژی جنبشی با پایداری انرژی مکانیکی متفاوت است؛ زیرا ممکن است انرژی مکانیکی ثابت بماند ولی مقداری از انرژی جنبشی به انرژی پتانسیل تبدیل شود یا بالعکس؛ یعنی، ممکن است علی رغم ثابت ماندن انرژی مکانیکی، انرژی جنبشی ثابت نماند). برخوردها به ترتیب به دو دسته ی کشسان (elastic) و غیر کشسان (inelastic) تقسیم می شوند؛ بنابراین در برخورد غیر کشسان، اتلاف انرژی جنبشی خواهیم داشت و این اتلاف زمانی به بیشترین مقدار خود می رسد که دو جسم پس از برخورد، کاملاً به هم بچسبند که در این صورت، برخورد را کاملاً غیر کشسان می نامیم؛ به هر حال، برای سنجش میزان کشسان بودن یک برخورد، کمیتی بدون واحد به نام ضریب بازگشت تعریف می شود که مقدار آن، برای برخورد کشسان، ۱ و برای برخورد کاملاً غیر کشسان، صفر است؛ در حالت کلی، مقدار این کمیت، هر چه به ۱ نزدیک تر باشد، برخورد مورد نظر، کشسان تر است.

## روند انجام آزمایش :

### الف) برخورد کشسان سره با دیواره ی صلب

ابتدا پمپ هوا را روشن و ریل هوا را طراز می کنیم؛ سپس سنسور اول را در فاصله ی ۳۰ سانتی متری از تفنگ فنی و سنسور دوم را در فاصله ی ۳۰ سانتی متری از انتهای ریل قرار می دهیم. تیغه ی برخورد را به سوراخ پایینی یک طرف سره ی اول وصل می کنیم و طرف دیگر سره ی اول را در تماس با تفنگ فنی قرار می دهیم. به سوراخ پایینی یک طرف سره ی دوم، ضربه گیر لاستیکی را متصل می کنیم و طرف دیگر سره ی دوم را به انتهای ریل، تکیه می دهیم و در حین آزمایش، با دست آنرا به سمت انتهای ریل فشار می دهیم تا همانند یک دیواره ی صلب رفتار کند. تفنگ فنی را تا انتها می کشیم و به سره ی اول، ضربه می زنیم؛ زمان عبور سره ی اول از دو سنسور را یادداشت می کنیم؛ سره ی اول پس از برخورد کشسان با دیواره ی صلب، بر می گردد و در حین برگشت نیز زمان عبور آن از سنسورها را یادداشت می کنیم. این مراحل را ۶ بار تکرار می کنیم.

### ب) برخورد کشسان دو جسم با جرم های مساوی

فاصله ی بین دو سنسور را حدود ۳ برابر طول یک سره قرار می دهیم. اتصالات سره ها را مانند آزمایش الف وصل می کنیم با این تفاوت که سره ی دوم، درست قبل از سنسور دوم قرار بگیرد. تفنگ فنی را تا انتها می کشیم و بر سره ی اول، ضربه وارد می کنیم تا از سنسور اول عبور کند؛ زمان عبور آن را از این سنسور، یادداشت می کنیم؛ سره ی اول پس از عبور از سنسور اول، به سره ی دوم برخورد می کند؛ به دلیل هم جرمی تقریبی آنها، سره ی اول، پس از برخورد، ساکن می ماند و سره ی دوم با سرعتی ( که از لحاظ تئوری باید با سرعت اولیه ی سره ی اول برابر باشد ) از زیر سنسور دوم عبور می کند؛ زمان عبور آن را از زیر سنسور دوم یادداشت می کنیم. مراحل ذکر شده را ۶ مرتبه تکرار می کنیم.

### ج) برخورد کشسان جسم با جرم کمتر با جسم ساکن با جرم بیشتر

همان آزمایش ب را تکرار می کنیم؛ با این تفاوت که بر روی سره ی دوم، دو وزنه ی ۵۰ گرمی قرار می دهیم. در این حالت، پس از برخورد، سره ی اول بر می گردد و از زیر سنسور ۱ عبور می کند؛ همچنین سره ی دوم نیز از زیر سنسور دوم می گذرد؛ این دو زمان عبور را به همراه زمان عبور سره ی اول از سنسور اول قبل از برخورد، یادداشت کرده، تمام مراحل را ۶ بار تکرار می کنیم.

### د) برخورد کشسان جسم با جرم بیشتر با جسم ساکن با جرم کمتر

در این بخش، وزنه های روی سره ی دوم را بر می داریم و روی سره ی اول، ۶ وزنه ی ۵۰ گرمی قرار می دهیم؛ هر دو سره، پس از برخورد، در همان جهت سرعت اولیه ی سره ی اول، از سنسور دوم عبور می کنند؛ زمان عبور سره ی اول از سنسور اول ( قبل از برخورد ) و زمان های عبور دو سره از سنسور دوم ( پس از برخورد ) را یادداشت کرده، آزمایش را ۶ بار تکرار می کنیم.

### ه) برخورد غیر کشسان دو جسم

به سره ی اول، به جای تیغه ی برخورد، سوزن برخورد و به سره ی دوم، به جای ضربه گیر لاستیکی، ضربه گیر آلومینیومی حاوی خمیر بازی را وصل می کنیم؛ سره ها را همانند حالت های قبل روی ریل قرار می دهیم . پس از برخورد، دو سره به هم می چسبند؛ زمان عبور سره ی اول از سنسور اول و سره ی دوم از سنسور دوم را یادداشت و آزمایش را ۶ بار تکرار می کنیم.

## جداول :

زمان ها ، بر حسب میلی ثانیه، جرم ها بر حسب گرم و طول ها بر حسب سانتی متر هستند .

جدول ۱

ردیف	زمان عبور از سنسور اول قبل از برخورد	زمان عبور از سنسور دوم قبل از برخورد	زمان عبور از سنسور اول بعد از برخورد	زمان عبور از سنسور دوم بعد از برخورد
۱	۹۶	۱۱۲	$۲۴۵-۹۶=۱۴۹$	$۲۵۹-۱۱۲=۱۴۷$
۲	۸۹	۱۰۵	$۲۲۸-۸۹=۱۳۹$	$۲۴۵-۱۰۵=۱۴۰$
۳	۹۴	۱۲۱	$۲۴۱-۹۴=۱۴۷$	$۲۶۹-۱۲۱=۱۴۸$
۴	۹۳	۱۱۶	$۲۴۰-۹۳=۱۴۷$	$۲۶۱-۱۱۶=۱۴۵$
۵	۸۷	۱۰۱	$۲۲۶-۸۷=۱۳۹$	$۲۳۸-۱۰۱=۱۳۷$
۶	۹۰	۱۱۳	$۲۳۹-۹۰=۱۴۹$	$۲۶۵-۱۱۳=۱۵۲$

طول تیغه: ۶.۹

مجموع جرم سره و اتصالات روی آن: ۲۳۴.۵

فاصله ی سنسور اول تا انتهای ریل: ۱۳۸

جدول ۲

ردیف	زمان عبور سره ی اول از سنسور اول ( قبل از برخورد )	زمان عبور سره ی دوم از سنسور دوم ( بعد از برخورد )
۱	۹۱	۱۲۱
۲	۸۴	۱۲۱
۳	۸۸	۱۲۷
۴	۷۵	۱۱۸
۵	۸۱	۱۱۸
۶	۸۳	۱۱۹

طول تیغه ها: ۶.۹

مجموع جرم سره ی اول و اتصالات روی آن: ۲۳۴.۵

مجموع جرم سره ی دوم و اتصالات روی آن: ۲۲۹.۵

جدول ۳

ردیف	زمان عبور سره ی اول از سنسور اول قبل از برخورد	زمان عبور سره ی دوم از سنسور دوم بعد از برخورد	زمان عبور سره ی اول از سنسور اول بعد از برخورد
۱	۸۴	۱۵۰	$۱۷۶۷-۸۴=۱۶۸۳$
۲	۸۱	۱۷۳	$۱۹۰۷-۸۱=۱۸۲۶$
۳	۸۴	۱۷۵	$۱۳۸۸-۸۴=۱۳۰۴$
۴	۸۲	۱۶۶	$۱۴۰۷-۸۲=۱۳۲۵$
۵	۸۱	۱۵۶	$۱۶۸۳-۸۱=۱۶۰۲$
۶	۸۳	۱۶۲	$۱۵۲۱-۸۳=۱۴۳۸$

طول تیغه ها: ۶.۹

مجموع جرم سره ی اول و اتصالات روی آن: ۲۳۴.۵

مجموع جرم سره ی دوم و اتصالات روی آن: ۳۲۸.۵

گزارش کار آزمایشگاه فیزیک ۱ - آزمایش شماره ی ۸ - برخورد (بقای تکانه)

جدول ۴

ردیف	زمان عبور سره ی اول از سنسور اول قبل از برخورد	زمان عبور سره ی دوم از سنسور دوم بعد از برخورد	زمان عبور سره ی اول از سنسور دوم بعد از برخورد
۱	۱۱۵	۹۶	$۵۰۹-۹۶=۴۱۳$
۲	۱۱۱	۹۵	$۴۹۹-۹۵=۴۰۴$
۳	۱۱۳	۹۲	$۵۲۹-۹۲=۴۳۷$
۴	۱۱۷	۹۹	$۵۸۰-۹۹=۴۸۱$
۵	۱۱۴	۹۸	$۵۳۱-۹۸=۴۳۳$
۶	۱۲۰	۹۷	$۵۵۰-۹۷=۴۵۳$

طول تیغه ها: ۶.۹

مجموع جرم سره ی اول و اتصالات روی آن: ۵۱۵.۵

مجموع جرم سره ی دوم و اتصالات روی آن: ۲۲۹.۵

جدول ۵

ردیف	زمان عبور سره ی اول از سنسور اول ( قبل از برخورد )	زمان عبور سره ی دوم از سنسور دوم ( بعد از برخورد )
۱	۸۰	۲۱۵
۲	۸۰	۲۱۳
۳	۹۴	۲۲۳
۴	۷۵	۱۸۲
۵	۷۸	۲۰۵
۶	۸۶	۲۰۳

طول تیغه ها: ۶.۹

مجموع جرم سره ی اول و اتصالات روی آن: ۲۳۴.۱

مجموع جرم سره ی دوم و اتصالات روی آن: ۲۳۱.۹

## خواسته ها :

### خواسته ی ۱

اعدادی که در جداول ۱ تا ۵ آورده شده اند، نشان دهنده ی مدت زمانی هستند که سره، طول خود (۶.۹ سانتی متر) را طی می کند؛ بنابراین برای محاسبه ی سرعت های جسم در هر خانه از جداول بر حسب متر بر ثانیه، کافایت ۶۹ میلی متر را بر اعداد جدول بر حسب میلی ثانیه تقسیم کنیم؛ همچنین برای محاسبه ی تکانه هم کافایت سرعت را در جرم سره ی مورد نظر بر حسب کیلوگرم، ضرب کنیم.

### آزمایش الف :

ردیف	اندازه ی سرعت در عبور از سنسور اول قبل از برخورد	اندازه ی سرعت در عبور از سنسور دوم قبل از برخورد	اندازه ی سرعت در عبور از سنسور اول بعد از برخورد	اندازه ی سرعت در عبور از سنسور دوم بعد از برخورد
۱	۰.۷۱۹	۰.۶۱۶	۰.۴۶۳	۰.۴۶۹
۲	۰.۷۷۵	۰.۶۵۷	۰.۴۹۶	۰.۴۹۳
۳	۰.۷۳۴	۰.۵۷۰	۰.۴۶۹	۰.۴۶۶
۴	۰.۷۴۲	۰.۵۹۵	۰.۴۶۹	۰.۴۷۶
۵	۰.۷۹۳	۰.۶۸۳	۰.۴۹۶	۰.۵۰۴
۶	۰.۷۶۷	۰.۶۱۱	۰.۴۶۳	۰.۴۵۴

ردیف	تکانه به هنگام عبور از سنسور اول قبل از برخورد	تکانه به هنگام عبور از سنسور دوم قبل از برخورد	تکانه به هنگام عبور از سنسور اول بعد از برخورد	تکانه به هنگام عبور از سنسور دوم بعد از برخورد
۱	۰.۱۶۹	۰.۱۴۴	-۰.۱۰۹	-۰.۱۱۰
۲	۰.۱۸۲	۰.۱۵۴	-۰.۱۱۶	-۰.۱۱۶
۳	۰.۱۷۲	۰.۱۳۴	-۰.۱۱۰	-۰.۱۰۹
۴	۰.۱۷۴	۰.۱۳۹	-۰.۱۱۰	-۰.۱۱۲
۵	۰.۱۸۶	۰.۱۶۰	-۰.۱۱۶	-۰.۱۱۸
۶	۰.۱۸۰	۰.۱۴۳	-۰.۱۰۹	-۰.۱۰۶

ردیف	تکانه ی میانگین قبل از برخورد	تکانه ی میانگین بعد از برخورد	$\Delta P = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$
۱	۰.۱۵۷	-۰.۱۰۹	۱۶۹.۴۲۷
۲	۰.۱۶۸	-۰.۱۱۶	۱۶۹.۰۴۸
۳	۰.۱۵۳	-۰.۱۱۰	۱۷۱.۸۹۵
۴	۰.۱۵۷	-۰.۱۱۱	۱۷۰.۷۰۱
۵	۰.۱۷۳	-۰.۱۱۷	۱۶۷.۶۳۰
۶	۰.۱۶۱	-۰.۱۰۸	۱۶۷.۰۸۱

مشاهده می شود که تکانه در قبل از برخورد نیز در دو سنسور متفاوت است که نشان دهنده ی وجود اصطکاک است. مقدار  $\Delta P$  هم در تئوری باید برابر ۲۰۰ باشد که در آزمایش، تقریباً برابر ۱۶۹.۲۹۷ است که دلیل اصلی اختلاف، اصطکاک و کاملاً کشسان نبودن برخورد دو سره است.

گزارش کار آزمایشگاه فیزیک ۱ - آزمایش شماره ۸ - برخورد (بقای تکانه)

آزمایش ب :

ردیف	اندازه ی سرعت سره ی اول قبل از برخورد	تکانه ی سره ی اول قبل از برخورد	اندازه ی سرعت سره ی دوم بعد از برخورد	تکانه ی سره ی دوم بعد از برخورد	$\Delta P$
۱	۰.۷۵۸	۰.۱۷۸	۰.۵۷۰	۰.۱۳۱	۲۶.۴۰۵
۲	۰.۸۲۱	۰.۱۹۳	۰.۵۷۰	۰.۱۳۱	۳۲.۱۲۴
۳	۰.۷۸۴	۰.۱۸۴	۰.۵۴۳	۰.۱۲۵	۳۲.۰۶۵
۴	۰.۹۲۰	۰.۲۱۶	۰.۵۸۵	۰.۱۳۴	۳۷.۹۶۳
۵	۰.۸۵۲	۰.۲۰۰	۰.۵۸۵	۰.۱۳۴	۳۳.۰۰۰
۶	۰.۸۳۱	۰.۱۹۵	۰.۵۸۰	۰.۱۳۳	۳۱.۷۹۵

در این آزمایش، انتظار داریم که مقدار  $\Delta P$  برابر صفر باشد؛ چون جرم دو جسم را برابر در نظر می گیریم؛ ولی  $\Delta P$  میانگین در این آزمایش، برابر ۳۲.۲۲۵ است که یکی از دلایل اختلاف موجود، برابر نبودن جرم دو سره و کشسان نبودن برخورد است؛ اما دلیل اصلی، وجود اصطکاک است.

آزمایش ج :

ردیف	اندازه ی سرعت سره ی اول قبل از برخورد	اندازه ی سرعت سره ی دوم بعد از برخورد	اندازه ی سرعت سره ی اول بعد از برخورد
۱	۰.۸۲۱	۰.۴۶۰	۰.۰۴۱
۲	۰.۸۵۲	۰.۳۹۹	۰.۰۳۸
۳	۰.۸۲۱	۰.۳۹۴	۰.۰۵۳
۴	۰.۸۴۱	۰.۴۱۶	۰.۰۵۲
۵	۰.۸۵۲	۰.۴۴۲	۰.۰۴۳
۶	۰.۸۳۱	۰.۴۲۶	۰.۰۴۸

ردیف	تکانه ی سره ی اول قبل از برخورد	تکانه ی سره ی دوم بعد از برخورد	تکانه ی سره ی اول بعد از برخورد
۱	۰.۱۹۳	۰.۱۵۱	-۰.۰۱۰
۲	۰.۲۰۰	۰.۱۳۱	-۰.۰۰۹
۳	۰.۱۹۳	۰.۱۳۰	-۰.۰۱۲
۴	۰.۱۹۷	۰.۱۳۷	-۰.۰۱۲
۵	۰.۲۰۰	۰.۱۴۵	-۰.۰۱۰
۶	۰.۱۹۵	۰.۱۴۰	-۰.۰۱۱

ردیف	مجموع تکانه ها قبل از برخورد	مجموع تکانه ها بعد از برخورد	$\Delta P$
۱	۰.۱۹۳	۰.۱۴۱	۲۶.۹۴۳
۲	۰.۲۰۰	۰.۱۲۲	۳۹.۰۰۰
۳	۰.۱۹۳	۰.۱۱۸	۳۸.۸۶۰
۴	۰.۱۹۷	۰.۱۲۵	۳۶.۵۴۸
۵	۰.۲۰۰	۰.۱۳۵	۳۲.۵۰۰
۶	۰.۱۹۵	۰.۱۲۹	۳۳.۸۴۶

در این آزمایش هم مقدار  $\Delta P$  باید برابر صفر باشد؛ در حالی که باز هم به خاطر اصطکاک  $\Delta P$  میانگین به دست آمده در این آزمایش، برابر ۳۴.۶۱۶ است.

گزارش کار آزمایشگاه فیزیک ۱ - آزمایش شماره ۸ - برخورد (بقای تکانه)

آزمایش د :

ردیف	سرعت سره ی اول قبل از برخورد	سرعت سره ی دوم بعد از برخورد	سرعت سره ی اول بعد از برخورد
۱	۰.۶۰۰	۰.۷۱۹	۰.۱۶۷
۲	۰.۶۲۲	۰.۷۲۶	۰.۱۷۱
۳	۰.۶۱۱	۰.۷۵۰	۰.۱۵۸
۴	۰.۵۹۰	۰.۶۹۷	۰.۱۴۳
۵	۰.۶۰۵	۰.۷۰۴	۰.۱۵۹
۶	۰.۵۷۵	۰.۷۱۱	۰.۱۵۲

ردیف	تکانه ی سره ی اول قبل از برخورد	تکانه ی سره ی دوم بعد از برخورد	تکانه ی سره ی اول بعد از برخورد
۱	۰.۳۰۹	۰.۱۶۵	۰.۰۸۶
۲	۰.۳۲۰	۰.۱۶۷	۰.۰۸۸
۳	۰.۳۱۵	۰.۱۷۲	۰.۰۸۱
۴	۰.۳۰۴	۰.۱۶۰	۰.۰۷۴
۵	۰.۳۱۲	۰.۱۶۲	۰.۰۸۲
۶	۰.۲۹۶	۰.۱۶۳	۰.۰۷۹

ردیف	مجموع تکانه ها قبل از برخورد	مجموع تکانه ها بعد از برخورد	$\Delta P$
۱	۰.۳۰۹	۰.۲۵۱	۱۸.۷۷۰
۲	۰.۳۲۰	۰.۲۵۵	۲۰.۳۱۳
۳	۰.۳۱۵	۰.۲۵۴	۱۹.۳۶۵
۴	۰.۳۰۴	۰.۲۳۴	۲۳.۰۲۶
۵	۰.۳۱۲	۰.۲۴۴	۲۱.۷۹۵
۶	۰.۲۹۶	۰.۲۴۲	۱۸.۲۴۳

$\Delta P$  میانگین در این آزمایش، برابر ۲۰.۲۵۲ است که نسبت به آزمایشهای قبل، به صفر نزدیک تر است؛ ولی باز هم بدلیل وجود نیروهای اتلافی و کاملاً کشسان نبودن برخورد، صفر نیست.

آزمایش ه :

برای محاسبه ی تکانه پس از برخورد، مجموع دو جرم را در سرعت سره ی دوم ضرب می کنیم:

ردیف	اندازه ی سرعت سره ی اول قبل از برخورد	تکانه ی برآیند قبل از برخورد	اندازه ی سرعت سره ی دوم بعد از برخورد	تکانه ی برآیند بعد از برخورد	$\Delta P$
۱	۰.۸۶۳	۰.۲۰۲	۰.۳۲۱	۰.۱۵۰	۲۵.۷۴۳
۲	۰.۸۶۳	۰.۲۰۲	۰.۳۲۴	۰.۱۵۱	۲۵.۲۴۸
۳	۰.۷۳۴	۰.۱۷۲	۰.۳۰۹	۰.۱۴۴	۱۶.۲۷۹
۴	۰.۹۲۰	۰.۲۱۵	۰.۳۷۹	۰.۱۷۷	۱۷.۶۷۴
۵	۰.۸۸۵	۰.۲۰۷	۰.۳۳۷	۰.۱۵۷	۲۴.۱۵۵
۶	۰.۸۰۲	۰.۱۸۸	۰.۳۴۰	۰.۱۵۸	۱۵.۹۵۸

$\Delta P$  میانگین در این آزمایش، برابر ۲۰.۸۴۳ است که باز هم به علت وجود نیروهای اتلافی، مانند نیروی اصطکاک، مقاومت هوا، اثر نیروی گرانش به علت طراز نبودن ریل و در نتیجه ساکن نبودن سره ی دوم قبل از برخورد، صفر نیست.



## خواسته ی ۲

### آزمایش الف :

ردیف	اندازه ی سرعت میانگین سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	اندازه ی سرعت میانگین سره ی اول بعد از برخورد ( $V_{1f}$ )	$\mathcal{E} = \frac{ V_{2f} - V_{1f} }{ V_{2i} - V_{1i} } \quad (V_{2f}=V_{2i}=0)$
۱	۰.۶۶۷	۰.۴۶۶	۰.۶۹۹
۲	۰.۷۱۶	۰.۴۹۵	۰.۶۹۱
۳	۰.۶۵۲	۰.۴۶۸	۰.۷۱۸
۴	۰.۶۶۸	۰.۴۷۳	۰.۷۰۸
۵	۰.۷۳۸	۰.۵۰۰	۰.۶۷۸
۶	۰.۶۸۹	۰.۴۵۹	۰.۶۶۶

مقدار ضریب بازگشت از لحاظ تئوری باید برابر یک باشد؛ ولی در این آزمایش، ضریب بازگشت میانگین، برابر ۰.۶۹۳ است. در بین ۶ مرحله ی آزمایش، مرحله ی ۳، کشسان ترین برخورد و مرحله ی ۶، غیر کشسان ترین برخورد را داراست ( البته منظور ما این است که خاصیت کشسان بودن برخورد مرحله ی ۶ از مراحل دیگر، کم تر است. ).

### آزمایش ب :

ردیف	اندازه ی سرعت سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	اندازه ی سرعت سره ی دوم بعد از برخورد ( $V_{2f}$ )	$\mathcal{E} = \frac{ V_{2f} - V_{1f} }{ V_{2i} - V_{1i} } \quad (V_{1f}=V_{2i}=0)$
۱	۰.۷۵۸	۰.۵۷۰	۰.۷۵۲
۲	۰.۸۲۱	۰.۵۷۰	۰.۶۹۴
۳	۰.۷۸۴	۰.۵۴۳	۰.۶۹۳
۴	۰.۹۲۰	۰.۵۸۵	۰.۶۳۶
۵	۰.۸۵۲	۰.۵۸۵	۰.۶۸۷
۶	۰.۸۳۱	۰.۵۸۰	۰.۶۹۸

مقدار ضریب بازگشت باز هم باید از لحاظ تئوری برابر یک باشد؛ ولی در این آزمایش، ضریب بازگشت میانگین، برابر ۰.۶۹۳ است. در بین ۶ مرحله ی آزمایش، مرحله ی ۱، کشسان ترین برخورد و مرحله ی ۴، غیر کشسان ترین برخورد را داراست ( البته منظور ما این است که خاصیت کشسان بودن برخورد مرحله ی ۴ از مراحل دیگر، کم تر است. ). نکته ی جالب دیگری که وجود دارد، این است که ضریب بازگشت میانگین برای ۶ مرحله ی این آزمایش با آزمایش قبل، برابر شد؛ این امر می تواند تصادفی نباشد؛ زیرا ضریب بازگشت را می توانیم وابسته به جنس تیغه ی برخورد و ضربه گیر پلاستیکی بدانیم که چون در دو آزمایش یکسانند، انتظار می رود که ضریب بازگشت هم در دو آزمایش، مقدار تقریباً ثابتی باشد.

گزارش کار آزمایشگاه فیزیک ۱ - آزمایش شماره ی ۸ - برخورد (بقای تکانه)

آزمایش ج :

ردیف	سرعت سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	سرعت سره ی دوم بعد از برخورد ( $V_{2f}$ )	سرعت سره ی اول بعد از برخورد ( $V_{1f}$ )	$\mathcal{E} = \frac{ V_{2f} - V_{1f} }{ V_{2i} - V_{1i} } (V_{2i}=0)$
۱	۰.۸۲۱	۰.۴۶۰	-۰.۰۴۱	۰.۶۱۰
۲	۰.۸۵۲	۰.۳۹۹	-۰.۰۳۸	۰.۵۱۳
۳	۰.۸۲۱	۰.۳۹۴	-۰.۰۵۳	۰.۵۴۵
۴	۰.۸۴۱	۰.۴۱۶	-۰.۰۵۲	۰.۵۵۷
۵	۰.۸۵۲	۰.۴۴۲	-۰.۰۴۳	۰.۵۶۹
۶	۰.۸۳۱	۰.۴۲۶	-۰.۰۴۸	۰.۵۷۰

مقدار ضریب بازگشت از لحاظ تئوری باید برابر یک باشد؛ ولی در این آزمایش، ضریب بازگشت میانگین، برابر ۰.۵۶۱ است. در بین ۶ مرحله ی آزمایش، مرحله ی ۱، کشسان ترین برخورد و مرحله ی ۲، غیر کشسان ترین برخورد را داراست ( البته منظور ما این است که خاصیت کشسان بودن برخورد مرحله ی ۲ از مراحل دیگر، کم تر است. ).

آزمایش د :

ردیف	سرعت سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	سرعت سره ی دوم بعد از برخورد ( $V_{2f}$ )	سرعت سره ی اول بعد از برخورد ( $V_{1f}$ )	$\mathcal{E} = \frac{ V_{2f} - V_{1f} }{ V_{2i} - V_{1i} } (V_{2i}=0)$
۱	۰.۶۰۰	۰.۷۱۹	۰.۱۶۷	۰.۹۲۰
۲	۰.۶۲۲	۰.۷۲۶	۰.۱۷۱	۰.۸۹۲
۳	۰.۶۱۱	۰.۷۵۰	۰.۱۵۸	۰.۹۶۹
۴	۰.۵۹۰	۰.۶۹۷	۰.۱۴۳	۰.۹۳۹
۵	۰.۶۰۵	۰.۷۰۴	۰.۱۵۹	۰.۹۰۱
۶	۰.۵۷۵	۰.۷۱۱	۰.۱۵۲	۰.۹۷۲

مقدار ضریب بازگشت از لحاظ تئوری باید برابر یک باشد؛ ولی در این آزمایش، ضریب بازگشت میانگین، برابر ۰.۹۳۲ است که نسبت به آزمایش های قبل، خیلی به ۱ نزدیک تر است؛ یعنی، برخوردهای این آزمایش به طور کلی از آزمایش های قبلی، کشسان تر بوده اند. در بین ۶ مرحله ی آزمایش، مرحله ی ۶، کشسان ترین برخورد و مرحله ی ۲، غیر کشسان ترین برخورد را داراست ( البته منظور ما این است که خاصیت کشسان بودن برخورد مرحله ی ۲ از مراحل دیگر، کم تر است. ).

آزمایش ه :

در این آزمایش، چون از سوزن و ضربه گیر استوانه ای حاوی خمیر بازی استفاده کرده ایم، دو سره پس از برخورد به هم می چسبند و در نتیجه سرعت آنها، پس از برخورد با هم برابر می شود (  $V_{1f}=V_{2f}$  ) و چون سره ی دوم قبل از حرکت، ساکن بوده است (  $V_{2i}=0$  )، در نتیجه ضریب بازگشت، برابر صفر و برخورد، کاملاً غیر کشسان است.

### خواسته ی ۳

در این بخش، به انرژی پتانسیل سره ها نمی پردازیم ( سره ها در یک ارتفاع از زمین هستند؛ بنابراین انرژی پتانسیل آنها، برابر و ثابت است. )؛ بلکه فقط انرژی جنبشی سره ها را قبل و بعد از برخورد، بررسی و مقایسه می کنیم.

#### آزمایش الف :

ردیف	اندازه ی سرعت میانگین سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	اندازه ی سرعت میانگین سره ی اول بعد از برخورد ( $V_{1f}$ )	انرژی جنبشی میانگین سره ی اول قبل از برخورد ( $K_{1i}$ )	انرژی جنبشی میانگین سره ی اول بعد از برخورد ( $K_{1f}$ )
۱	۰.۶۶۷	۰.۴۶۶	۰.۰۵۲	۰.۰۲۵
۲	۰.۷۱۶	۰.۴۹۵	۰.۰۶۰	۰.۰۲۹
۳	۰.۶۵۲	۰.۴۶۸	۰.۰۵۰	۰.۰۲۶
۴	۰.۶۶۸	۰.۴۷۳	۰.۰۵۲	۰.۰۲۶
۵	۰.۷۳۸	۰.۵۰۰	۰.۰۶۴	۰.۰۲۹
۶	۰.۶۸۹	۰.۴۵۹	۰.۰۵۶	۰.۰۲۵

انرژی جنبشی سره ی اول قبل از برخورد، به طور میانگین، برابر ۰.۰۵۶ ژول و بعد از برخورد، برابر ۰.۰۲۷ است. مشاهده می شود در حالی که انرژی جنبشی، باید قبل و بعد از برخورد ثابت بماند، ثابت نیست که دو دلیل اصلی آن، یکی کاملاً کشسان نبودن برخورد و دیگری وجود اصطکاک است.

#### آزمایش ب :

ردیف	اندازه ی سرعت سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	اندازه ی سرعت سره ی دوم بعد از برخورد ( $V_{2f}$ )	انرژی جنبشی سره ی اول قبل از برخورد ( $K_{1i}$ )	انرژی جنبشی سره ی دوم بعد از برخورد ( $K_{2f}$ )
۱	۰.۷۵۸	۰.۵۷۰	۰.۰۶۷	۰.۰۳۷
۲	۰.۸۲۱	۰.۵۷۰	۰.۰۷۹	۰.۰۳۷
۳	۰.۷۸۴	۰.۵۴۳	۰.۰۷۲	۰.۰۳۴
۴	۰.۹۲۰	۰.۵۸۵	۰.۰۹۹	۰.۰۳۹
۵	۰.۸۵۲	۰.۵۸۵	۰.۰۸۵	۰.۰۳۹
۶	۰.۸۳۱	۰.۵۸۰	۰.۰۸۱	۰.۰۳۹

انرژی جنبشی برای سره ی اول قبل از برخورد، به طور میانگین، برابر ۰.۰۸۱ ژول و برای سره ی دوم، بعد از برخورد، برابر ۰.۰۳۸ است. مشاهده می شود که باز هم انرژی جنبشی ، ثابت نیست که دو دلیل اصلی آن، یکی کاملاً کشسان نبودن برخورد و دیگری وجود اصطکاک است.

#### آزمایش ج :

ردیف	سرعت سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	سرعت سره ی دوم بعد از برخورد ( $V_{2f}$ )	سرعت سره ی اول بعد از برخورد ( $V_{1f}$ )
۱	۰.۸۲۱	۰.۴۶۰	-۰.۰۴۱
۲	۰.۸۵۲	۰.۳۹۹	-۰.۰۳۸
۳	۰.۸۲۱	۰.۳۹۴	-۰.۰۵۳
۴	۰.۸۴۱	۰.۴۱۶	-۰.۰۵۲
۵	۰.۸۵۲	۰.۴۴۲	-۰.۰۴۳
۶	۰.۸۳۱	۰.۴۲۶	-۰.۰۴۸

گزارش کار آزمایشگاه فیزیک ۱ - آزمایش شماره ۸ - برخورد (بقای تکانه)

ردیف	انرژی جنبشی سره ی اول قبل از برخورد ( $K_{1i}$ )	انرژی جنبشی سره ی دوم بعد از برخورد ( $K_{2f}$ )	انرژی جنبشی سره ی اول بعد از برخورد ( $K_{1f}$ )	مجموع انرژی جنبشی سیستم قبل از برخورد ( $K_i$ )	مجموع انرژی جنبشی سیستم بعد از برخورد ( $K_f$ )
۱	۰.۰۷۹	۰.۰۳۵	۰.۰۰۰	۰.۰۷۹	۰.۰۳۵
۲	۰.۰۸۵	۰.۰۲۶	۰.۰۰۰	۰.۰۸۵	۰.۰۲۶
۳	۰.۰۷۹	۰.۰۲۶	۰.۰۰۰	۰.۰۷۹	۰.۰۲۶
۴	۰.۰۸۳	۰.۰۲۸	۰.۰۰۰	۰.۰۸۳	۰.۰۲۹
۵	۰.۰۸۵	۰.۰۳۲	۰.۰۰۰	۰.۰۸۵	۰.۰۳۲
۶	۰.۰۸۱	۰.۰۳۰	۰.۰۰۰	۰.۰۸۱	۰.۰۳۰

باز هم دیده می شود که به همان دلایل قبلی، انرژی جنبشی کل پس از برخورد ( که به طور میانگین، برابر ۰.۰۳۰ است. )، از انرژی جنبشی کل پیش از برخورد ( که به طور متوسط، برابر ۰.۰۸۲ است. )، کم تر است.  
آزمایش د :

ردیف	سرعت سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	سرعت سره ی دوم بعد از برخورد ( $V_{2f}$ )	سرعت سره ی اول بعد از برخورد ( $V_{1f}$ )
۱	۰.۶۰۰	۰.۷۱۹	۰.۱۶۷
۲	۰.۶۲۲	۰.۷۲۶	۰.۱۷۱
۳	۰.۶۱۱	۰.۷۵۰	۰.۱۵۸
۴	۰.۵۹۰	۰.۶۹۷	۰.۱۴۳
۵	۰.۶۰۵	۰.۷۰۴	۰.۱۵۹
۶	۰.۵۷۵	۰.۷۱۱	۰.۱۵۲

ردیف	انرژی جنبشی سره ی اول قبل از برخورد ( $K_{1i}$ )	انرژی جنبشی سره ی دوم بعد از برخورد ( $K_{2f}$ )	انرژی جنبشی سره ی اول بعد از برخورد ( $K_{1f}$ )	مجموع انرژی جنبشی سیستم قبل از برخورد ( $K_i$ )	مجموع انرژی جنبشی سیستم بعد از برخورد ( $K_f$ )
۱	۰.۰۹۳	۰.۰۵۹	۰.۰۰۷	۰.۰۹۳	۰.۰۶۶
۲	۰.۱۰۰	۰.۰۶۱	۰.۰۰۸	۰.۱۰۰	۰.۰۶۸
۳	۰.۰۹۶	۰.۰۶۵	۰.۰۰۶	۰.۰۹۶	۰.۰۷۱
۴	۰.۰۹۰	۰.۰۵۶	۰.۰۰۵	۰.۰۹۰	۰.۰۶۱
۵	۰.۰۹۴	۰.۰۵۷	۰.۰۰۷	۰.۰۹۴	۰.۰۶۳
۶	۰.۰۸۵	۰.۰۵۸	۰.۰۰۶	۰.۰۸۵	۰.۰۶۴

باز هم دیده می شود که به همان دلایل قبلی، انرژی جنبشی کل پس از برخورد ( که به طور میانگین، برابر ۰.۰۶۶ است. )، از انرژی جنبشی کل پیش از برخورد ( که به طور متوسط، برابر ۰.۰۹۳ است. )، کم تر است؛ ولی به نظر می رسد که اتلاف انرژی جنبشی در این آزمایش، از آزمایش های قبل، کم تر است که این امر، با توجه به زیاد بودن ضریب بازگشت این آزمایش، چندان هم دور از انتظار نیست.

آزمایش ۵ :

ردیف	اندازه ی سرعت سره ی اول قبل از برخورد ( $V_{1i}$ )	اندازه ی سرعت سره ی دوم بعد از برخورد ( $V_{2f}$ )	انرژی جنبشی کل سیستم قبل از برخورد ( $K_i = K_{1i}$ )	انرژی جنبشی کل سیستم بعد از برخورد ( $K_f$ )
۱	۰.۸۶۳	۰.۳۲۱	۰.۰۸۷	۰.۰۲۴
۲	۰.۸۶۳	۰.۳۲۴	۰.۰۸۷	۰.۰۲۴
۳	۰.۷۳۴	۰.۳۰۹	۰.۰۶۳	۰.۰۲۲
۴	۰.۹۲۰	۰.۳۷۹	۰.۰۹۹	۰.۰۳۳
۵	۰.۸۸۵	۰.۳۳۷	۰.۰۹۲	۰.۰۲۶
۶	۰.۸۰۲	۰.۳۴۰	۰.۰۷۵	۰.۰۲۷

انرژی جنبشی سیستم قبل از برخورد، به طور میانگین، برابر  $۰.۰۸۴$  ژول و بعد از برخورد، برابر  $۰.۰۲۶$  است. مشاهده می شود که باز هم انرژی جنبشی ، ثابت نیست و اتلاف آن، در این آزمایش، بیش از آزمایش های قبل است که علت اصلی آن، کاملاً غیر کشسان بودن برخورد دو سره است؛ ضمناً اثر اصطکاک را هم هیچ گاه نباید فراموش کرد.