برخورد (Impact) :

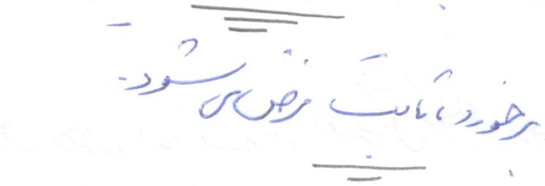
- برخورد، به اصابت دو جسم که با تولید نیروهای بین جسمی نسبتاً بزرگ در یک بازه زمانی کوچک ایجاد می‌شود، اطلاق می‌گردد.

- اصول بیان شده در بخش ضربه و مومنتوم، اصول محوری در حل مسائل برخورد می‌باشند.

- در حین برخورد، اگر تولید صوت، گرما و نور نشود، دیگر پایستگی انرژی (انرژی مکانیکی) برقرار نیست؛ اما طی شرایطی که آن را برخورد الاستیک می‌نامیم، انرژی سیستم طی فشرده و منبسط شدن و پس از برخورد، ثابت فرض می‌شود.

- برخورد دو جسم را در دو دسته متداول برخورد مستقیم مرکزی و برخورد مرکزی غیرمستقیم بررسی می‌نماییم:

الف) برخورد مرکزی مستقیم:



دو ذره A و B در یک امتداد (محور x) در حال حرکت با سرعت‌های پیش از برخورد v_A و v_B می‌باشند. اگر $v_A > v_B$ باشد، بین دو ذره برخورد رخ خواهد داد. و در این حالت در بازه‌ی زمانی Δt بسیار بسیار کوچک برخورد، نیروهای تماسی در راستای

خط x (محور واصل بین دو ذره) پس از آن دو به وجود می‌آید که سبب تغییر سرعت‌های

هر یک از ذرات می‌شود (به عبارتی $\int_{t_0}^{t_0+\Delta t} F\,dt$ قابل صرف‌نظر نیست و مومنتوم خطی

هر کدام از دو ذره را عوض می‌نماید! در ضمن تغییرات زمانی $F=F(t)$ در این بازه زمانی

بسیار پیچیده است و ما در اینجا به بررسی آن نمی‌پردازیم.)

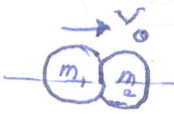
کتاب مریام، مراحل برخورد را به سه بخش زیر تقسیم کرده است اما ما ملاحظات را جهت

حل مسائل برخورد در تئوری نیاوریم :

پیش از برخورد :

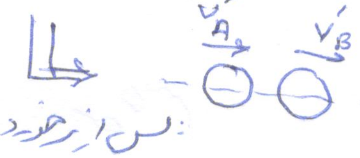
$\vec{V}_A > \vec{V}_B$ ⟹ در ادامه برخورد آغاز شده و تغییر شکل گوی‌ها آغاز می‌شود

بیشترین تغییر شکل‌ها در حین برخورد



در لحظه برخورد سرعت دو کره یکسان می‌شود

(!)



پس از برخورد :

$V'_A < V'_B$ ⟹ پس از برخورد یک واکنش بازیابی داریم که

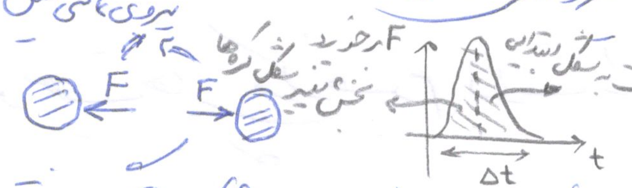
در آن سطوح تغییر شکل یافته تا حدی به حالت نخست باز می‌گردند (در برخوردهای الاستیک

هیچ گونه اتلاف انرژی نداریم اگرچه در عمده مواقع بخشی از انرژی به شکل گرما یا صدا

تلف می‌گردد). در برخوردهای غیرالاستیک (پلاستیک)، تغییر شکل‌های

ماندگار در شکل اجسام به وجود می‌آید.

- در حین برخورد فقط به دو گلوله نیروهای تماسی F وارد می‌شود. در نتیجه:



الف) در هر گلوله (به واسطه غیرصفر بودن ضربه $\int F\,dt$) پایستگی بردار تکانه نداریم و

ب) بدون در نظر گرفتن نوع برخورد از نظر الاستیک بودن یا نبودن،

برای سیستم دو جسمی مان، در راستای برخورد پایستگی بردار تکانه خطی داریم

(زیرا نیروی تماسی F نیروی داخلی سیستم بوده) ؛ پس داریم:

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B \qquad (I)$$

($v>0$ → ، $v<0$ ← ، ‎--→ x)

← پایستگی بردار تکانه خطی سیستم (صرف نظر از نوع برخورد از نظر الاستیک یا ناالاستیک بودن)

- در مسائل برخورد، دو فرض مهم دیگر داریم:

۱) هر نیرویی به جز نیروهای برخورد، نیروهای تکیه‌گاهی و نیروی عمودی سطح که ماهیت ضربه‌ای دارند، ضربه کمی تولید می‌کند و ما از آن‌ها در (به بیان بهتر ما) طول فرآیند ضربه صرف نظر می‌کنیم (مثل نیروی وزن یا نیروی فنر)

2) از تغییر مکان (جابجایی) مرکز کره‌ها در حین برخورد صرف نظر می‌کنیم ★

(صفحه بعد)

(*) به عبارتی ما از حرکت با سرعت [struck] اولیه v_0! اصلاً در نظر نمی‌گیریم و موقعیت‌های دیگر جسم ذرات را بلافاصله پیش و بلافاصله پس از برخورد یکسان در نظر می‌گیریم. با این اوصاف، ضربه فقط مومنتوم خطی (≡ سرعت) ذرات را تغییر می‌دهد و وقوع ضربه گسستگی در مقدار (و بردار) سرعت هر ذره می‌کند. (← حالت خاص آن، وقوع ضربه به یک جسم ساکن در $t=0$ است که اثر آن به شکل سرعت اولیه v_0 برای آن جسم (و نه شتاب!) در نظر گرفته می‌شود!)

حال به مسئله خود باز می‌گردیم. طبق رابطه (I)، با دو مجهول v'_A و v'_B و فقط یک معادله داریم. پس هنوز به یک معادله دیگر نیازمندیم.

- در فیزیک (۱) با مفاهیمی نظیر ضربه الاستیک (≡ با بقای انرژی) و با چسبیدن دو ذره به هم پس از برخورد (≡ برخورد کاملاً پلاستیک) آشنا شده اید. حال اجازه دهید به موضوع پارامتری بپردازیم که کلی‌تر بوده و این دو حالت را نیز در بر گیرد:

ضریب بازگشت (Coefficient of Restitution)

- با توجه به ماهیت برخورد دو کره، از ضریبی به نام ضریب بازگشت (e) استفاده می‌شود که معادل زیر است:

• ضریب بازگشت : e = (سرعت نسبی جدایش دو ذره (در جهت n بعد از برخورد)) / (سرعت نسبی نزدیک شدن بلافاصله پیش از برخورد (در جهت n قبل از برخورد))

$$= \frac{V'_B - V'_A}{V_A - V_B} = e \qquad (II)$$

- عموماً ضریب بازگشت برای برخورد دو جسم در مسئله‌های برخورد داده می‌شود بنابراین در مسئله برخورد مرکزی در کنار معادله (I)، از معادله (II) هم استفاده می‌شود تا دو مجهول V'_A و V'_B به صورت یکتا محاسبه شوند.

* توجه: ضریب بازگشت عددی بین ۰ تا ۱ است و داریم:

$e = 1$ معادل برخورد کاملاً الاستیک (≡ عدم اتلاف انرژی مکانیکی)

$e = 0$ معادل برخورد کاملاً پلاستیک (≡ چسبیدن دو ذره به یکدیگر و حرکت با سرعت یکسان $V'_A = V'_B = V_2$)

(بیشترین اتلاف انرژی مکانیکی)

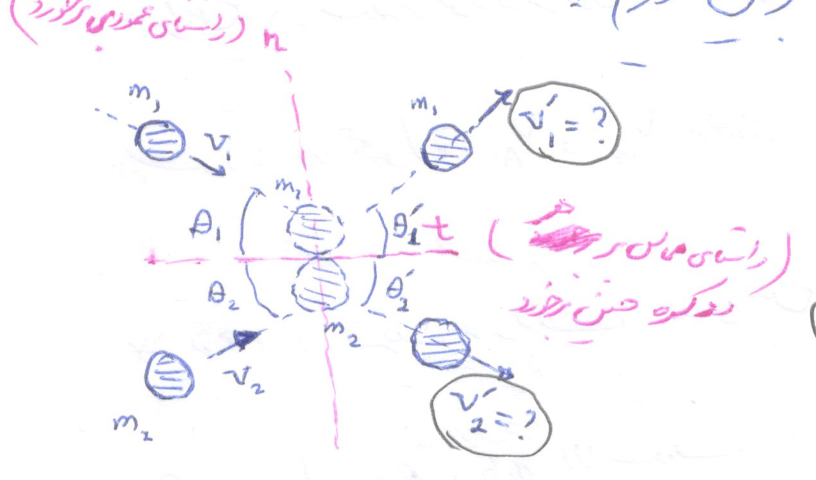
می‌باشد.

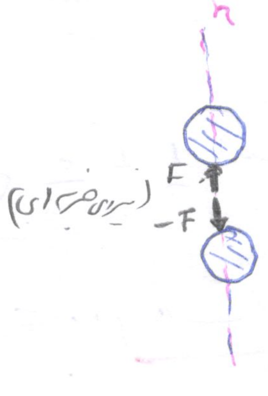
* اعتراف: برخورد پدیده‌ای بسیار پیچیده است و حتی نمی‌توان روی اعداد محاسبه شده از روابط ارائه شده برحسب e ثابت قسم خورد! اما ابزار ما در درس همین روابط است.

حال می‌خواهیم مسئله تجزیه برداری در برخورد مرکزی غیرمستقیم را بررسی نماییم:

ب) برخورد مرکزی غیرمستقیم:

دو ذره 1 و 2 را که با سرعتهای غیرموازی $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ در صفحه (و یا فضا) در حال حرکت هستند در نظر بگیرید. اگر بین آن دو برخورد رخ دهد، فرض می‌کنیم که در حین برخورد فقط در راستای خط واصل مرکز دو کره (≡ راستای عمودی n برخورد) نیروی حین برخورد دو ذره به وجود آید و در راستای مماس بر هر دو کره (≡ راستای مماسی t) نیرویی وارد نمی‌شود. بنابراین داریم:





در حالت کلی بردارهای $\vec{v}'_1$ و $\vec{v}'_2$ مجهول است (هم اندازه هم جهتشان) و یا v'_{1n}، v'_{1t}، v'_{2n} و v'_{2t}) بنابراین به چهار معادله نیاز داریم:

(1) در راستای n برای سیستم دو ذره پایستگی تکانه داریم $\Longrightarrow$

$$m_1 v_{1n} + m_2 v_{2n} = m_1 v'_{1n} + m_2 v'_{2n}$$

(2) در راستای t به جسم 1 نیروی ضربه‌ای وارد نمی‌شود $\Longrightarrow$ پایستگی تکانه خطی جسم 1 در راستای t:

$$m_1 v_{1t} = m_1 v'_{1t}$$

(3) در راستای t به جسم 2 نیروی ضربه‌ای وارد نمی‌شود $\Longrightarrow$ پایستگی تکانه خطی جسم 2 در راستای t:

$$m_2 v_{2t} = m_2 v'_{2t}$$

و در نهایت :

④ ضریب بازگشت :

$$e = \frac{v'_{2n} - v'_{1n}}{v_{1n} - v_{2n}}$$

سرعت نسبی دور شدن در راستای n

سرعت نسبی نزدیک شدن در راستای n

بنابراین می‌توان انتظار داشت که $\vec{v}'_1$ و $\vec{v}'_2$ (و بالطبع θ'_1 و θ'_2) به طور یکتا تعیین شوند.