

راهنمای آموزشی فزیک صنف یازدهم – دوره دوازدهم

اهداف آموزشی :

1. قانون امپولس – مومنتم
2. ضربه و تحفظ مومنتم خطی
3. تصادم ارتجاعی
4. تصادم غیر ارتجاعی
5. مرکز ثقل

1. : قانون امپولس – مومنتم

1. تعریف مومنتم (Momentum)

مومنتم یا اندازه حرکت، حاصل ضرب جرم جسم در سرعت آن است. این کمیت، مقدار حرکت جسم را نشان می دهد.

$$p = m \times v$$

که در آن:

- $p$ : مومنتم (kg·m/s)
- $m$ : جرم جسم (kg)
- $v$ : سرعت جسم (m/s)

✓ مومنتم یک کمیت برداری است، یعنی دارای اندازه و جهت می باشد. جهت مومنتم، همان جهت حرکت جسم است.

2. تعریف امپولس (Impulse)

امپولس یا ضربه حاصل ضرب قوه در زمان تأثیر آن است.

$$J = F \times t$$

که در آن:

• امپولس ( kg·m/s یا N·s )

•  $F$ : قوه وارد شده (N)

•  $t$ : زمان تأثیر قوه (s)

امپولس نیز برداری است و در جهت قوه عمل می کند

◆ 3. قانون امپولس و مومنتم

طبق این قانون:

امپولس وارد بر جسم مساوی است با تغییر در مومنتم جسم.

$$p_1 - p_2 = \Delta p = J$$

یا به صورت مفصل:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = t \times F$$

یعنی هرگاه بر جسمی در مدت زمانی قوه ای وارد شود، مومنتم آن تغییر می کند.

◆ 5. ارتباط میان امپولس و تغییر مومنتم

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F$$

از این رابطه می بینیم که اگر تغییر مومنتم در زمان کوتاهی رخ دهد، قوه بسیار زیاد است (مانند تصادف شدید).

◆ 6. مثال ها

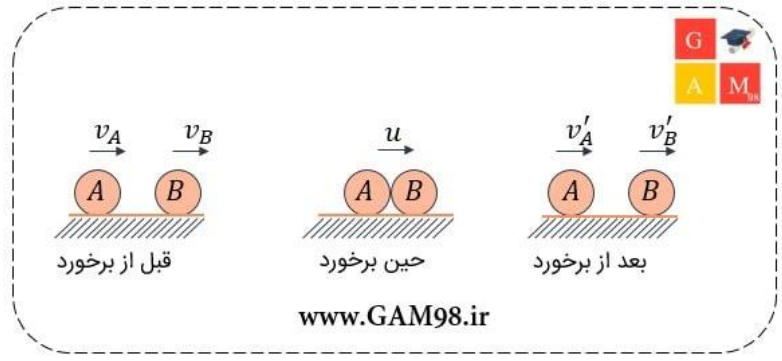
مثال 1:

توپ به جرم  $0.5 \text{ kg}$  با سرعت  $10 \text{ m/s}$  حرکت دارد. اگر توقف کند، تغییر مومنتم چند است؟

$$\Delta p = m(v_1 - v_2) = 0.5(10 - 0) = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$



علامت منفی نشان دهنده کاهش مومنتم است.



2- ضربه و تحفظ مومنتم خطی

ضربه و تحفظ مومنتم خطی "به معنای قانون بقای تکانه خطی است که بیان می کند تکانه کل یک سیستم بسته (بدون نیروی خارجی) ثابت می ماند. تکانه خطی برابر با حاصل ضرب جرم در سرعت خطی است و یک کمیت برداری محسوب می شود، یعنی هم اندازه و هم جهت دارد. این قانون در برخوردها، واکنش های شیمیایی و حرکت موشک ها کاربرد دارد؛ به عنوان مثال، در برخورد دو ذره، مجموع تکانه دو ذره قبل از برخورد برابر با مجموع تکانه آن ها پس از برخورد است.

توضیحات تکمیلی

- تکانه خطی: تکانه یک جسم در حرکت خطی است. این کمیت یک بردار است، به این معنی که هم دارای اندازه و هم جهت است.
- قانون بقای تکانه خطی: این قانون بیان می کند که اگر نیروی خارجی خالص وارد بر یک سیستم صفر باشد، تکانه کل آن سیستم ثابت می ماند. به عبارت دیگر، تکانه قبل و بعد از یک رویداد (مانند برخورد) یکسان است.
- مثال ها:

- شلیک گلوله: هنگام شلیک گلوله از تفنگ، گلوله با سرعت بالا به سمت جلو حرکت می کند و تفنگ با سرعت عقب نشینی به عقب حرکت می کند. تکانه کل سیستم (گلوله + تفنگ) در هر دو حالت صفر است، زیرا تکانه گلوله و تفنگ در جهت های مخالف و با اندازه های برابر (با توجه به جرم هایشان) هستند.
- راکت: در هنگام پرتاب، تکانه کل راکت و سوخت آن صفر است. گازهای خروجی به سمت پایین و با سرعتی مشخص خارج می شوند، که این عمل باعث حرکت رو به بالای راکت می شود. تکانه کل سیستم ثابت می ماند چون تکانه گازهای خروجی در یک جهت با تکانه راکت در جهت دیگر برابر است

3- تصادم ارتجاعی

1. تعریف تصادم (Collision)

هرگاه دو جسم باهم برخورد کنند و در نتیجه برخورد، بر یک دیگر قوه وارد نمایند، به این پدیده تصادم یا برخورد گفته می شود.

در هنگام تصادم، مومنتم اجسام تغییر می کند و در بعضی موارد انرژی جنبشی نیز تغییر می یابد

2. انواع تصادم

تصادم ها به دو نوع عمده تقسیم می شوند:

1. تصادم ارتجاعی (Elastic Collision)
2. تصادم غیرارتجاعی (Inelastic Collision)

3- تعریف تصادم ارتجاعی

اگر در هنگام برخورد دو جسم:

- مجموع مومنتم خطی سیستم محفوظ بماند، و
- مجموع انرژی جنبشی نیز بعد از برخورد همان مقدار قبل از برخورد باقی بماند،

در این صورت به آن تصادم ارتجاعی (Elastic Collision) گفته می شود.



به عبارت ساده تر:

در تصادم ارتجاعی، نه مومنتم از بین می رود و نه انرژی جنبشی به گرما، صدا یا تغییر شکل دایمی تبدیل می شود.

۴. قانون های مؤثر در تصادم ارتجاعی

در هر تصادم ارتجاعی دو قانون مهم برقرار است:

1 قانون تحفظ مومنتم خطی

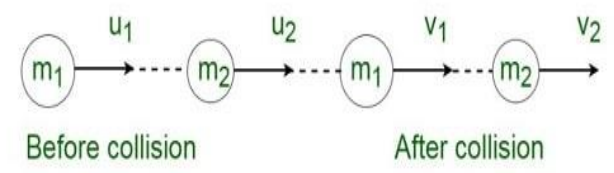
$$\frac{1}{2}m_2v + \frac{1}{2}m_1v = \frac{1}{2}m_2v + \frac{1}{2}m_1v$$

2 قانون تحفظ انرژی جنبشی

$$\frac{1}{2}m_2v^2 + \frac{1}{2}m_1v^2 = \frac{1}{2}m_2v^2 + \frac{1}{2}m_1v^2$$

در این فرمول ها:

- $m_1, m_2$ : جرم اجسام
- $v_1, v_2$ : سرعت های اولیه قبل از تصادم
- $v'_1, v'_2$ : سرعت های نهایی بعد از تصادم



One-Dimensional or Head-on Collision

4- تصادم غیر ارتجاعی

تصادم غیر ارتجاعی (inelastic collision) تصادمی است که در آن قانون پایستگی تکانه برقرار است اما قانون پایستگی انرژی مکانیکی برقرار نیست؛ یعنی بخشی از انرژی جنبشی سیستم به اشکال دیگر انرژی مانند گرما، صدا یا تغییر شکل تبدیل می شود. در این نوع تصادم، اشیاء ممکن است پس از برخورد به هم بچسبند و با سرعت واحد حرکت کنند، اگرچه همیشه این طور نیست.

ویژگی های تصادم غیر ارتجاعی:

• پایستگی تکانه :

قانون پایستگی تکانه در تمام انواع تصادم ها، چه ارتجاعی و چه غیر ارتجاعی، برقرار است.

• عدم پایستگی انرژی جنبشی :

انرژی جنبشی کل سیستم پس از برخورد کاهش می یابد.

• تبدیل انرژی :

انرژی جنبشی به صورت گرما، صدا، و یا انرژی درونی (مثل تغییر شکل اجسام) از دست می رود.

• مثال :

برخورد دو گلوله که به هم می خورند و با هم حرکت می کنند، یا برخورد یک ماشین با یک مانع که باعث فرو رفتگی و تغییر شکل می شود.

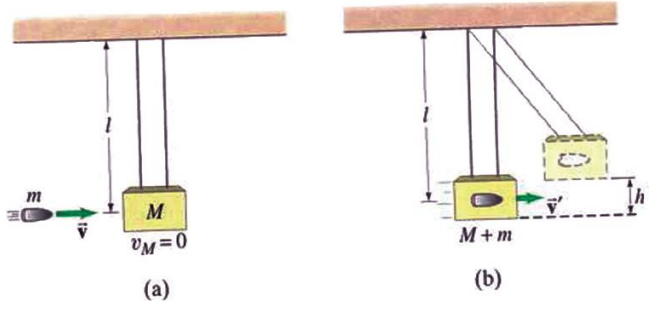
تفاوت با تصادم کاملاً غیر ارتجاعی:

• تصادم غیر ارتجاعی :

فقط بخشی از انرژی جنبشی تلف می شود. اشیاء ممکن است پس از برخورد به هم نچسبند.

• تصادم کاملاً غیر ارتجاعی (completely inelastic collision):

حداکثر میزان انرژی جنبشی ممکن تلف می شود و اجسام پس از برخورد به یکدیگر می چسبند و با یک سرعت واحد حرکت می کنند. این حالت شدیدترین نوع تصادم غیر ارتجاعی است.



5- مرکز ثقل

تعریف

مرکز ثقل (Center of gravity) جسم، نقطه ای فرضی است که اگر تمام وزن جسم در آن فرض شود، رفتار آن جسم در میدان گرانش همانند زمان واقعی خواهد بود.



- وقتی جسمی آزادانه آویزان باشد، نقطه‌ای که همواره زیر آن قرار می‌گیرد و جسم پس از نوسان به آن می‌رود، همان مرکز ثقل است.



Scribd+2Scribd+2

به عبارت دیگر، این نقطه نشان می‌دهد که «وزن» جسم به صورت متمرکز در آن نقطه عمل می‌کند

فرمول‌ها

حالت «سیستم از ذرات یا اجسام»

اگر چند جرم  $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$  داشته باشیم که روی یک محور (مثلاً  $x$ -محور) قرار دارند و مختصات آنها به ترتیب  $x_1, x_2, \dots, x_n$  باشد، مرکز ثقل  $X_{cm}$  آن سیستم را می‌توان اینگونه به دست آورد

$$\frac{m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_nx_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = X_{cm}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = X_{cm}$$

همچنین برای محور  $y$  یا سایر محورها مشابه است

حالت اجسام منظم

برای اجسام هندسی منظم (مثلاً مکعب، استوانه، صفحه چندضلعی یکنواخت) مرکز ثقل معمولاً در تقاطع محوره‌های تقارن آنها قرار دارد. مثال: مرکز ثقل یک صفحه مستطیل یکنواخت در مرکز هندسی آن است. (در کتاب قبلی این بحث آمده بود)

حالت اجسام منظم

برای اجسام هندسی منظم (مثلاً مکعب، استوانه، صفحه چندضلعی یکنواخت) مرکز ثقل معمولاً در تقاطع محوره‌های تقارن آنها قرار دارد. مثال: مرکز ثقل یک صفحه مستطیل یکنواخت در مرکز هندسی آن است. (در کتاب قبلی این بحث آمده بود)

نکات مهم

- اگر محور اتکای جسم وسیع‌تر باشد و مرکز ثقل جسم پایین‌تر قرار گیرد، جسم پایدارتر است Scribd+1.
- حالت‌های تعادل برای اجسام: پایدار، بی‌تفاوت، ناپایدار. وضعیت مرکز ثقل نسبت به سطح اتکا در تعریف این حالت‌ها مهم است Scribd+1.