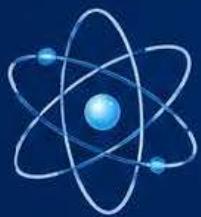


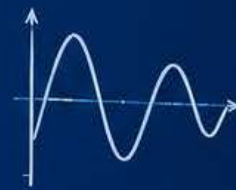
$$E = mc^2$$

فرمول نامه تصویری

$$F = ma$$



فیزیک



مجموعه جامع فرمول ها و روابط مهم فیزیک
پایه های دهم، یازدهم و دوازدهم

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

ویژه رشته های ریاضی و فیزیک و علوم تجربی



شامل ۱۴ بخش آموزشی در قالب ۱۶ پوستر
از چگالی و بردارها تا فیزیک اتمی و هسته ای

- ۱ چگالی و بردارها
- ۲ کار و انرژی
- ۳ ویژگی های ماده
- ۴ فشار
- ۵ گرما
- ۶ الکتریسیته ساکن

- ۷ خازن و مقاومت
- ۸ جریان الکتریکی و مدارهای
جریان مستقیم
- ۹ مغناطیس
- ۱۰ القای الکترومغناطیسی
و جریان متناوب
- ۱۱ حرکت (قسمت اول و دوم)

- ۱۲ دینامیک
- ۱۳ موج و نوسان
(قسمت اول و دوم)
- ۱۴ اتمی و هسته ای



مناسب برای
دانش آموزان پایه های
دهم، یازدهم و دوازدهم



مناسب برای
داوطلبان کنکور و
آزمون های جمع بندی



مرور سریع
فرمول ها پیش از
امتحان



مناسب برای
دبیران و مدرسان
فیزیک

یک مرجع سریع
برای یادگیری، مرور
و جمع بندی فیزیک

sfproducts.ir

تهیه و تنظیم: محمد خالدي نیا

بخش ۱: چگالی و بردارها.....	۸
۱. چگالی	۸
۲. تبدیل واحد چگالی.....	۸
۳. چگالی آلیاژ یا مخلوط	۹
۴. چگالی جسم دارای حفره	۹
۵. برآیند بردارها	۱۰
۶. ضرب بردارها	۱۰
نکات مهم این پوستر در یک نگاه.....	۱۱
بخش ۲: کار و انرژی	۱۲
۱. کار	۱۲
۲. کار با بردارهای یکه	۱۲
۳. کار نیروی وزن	۱۳
۴. کار وزن در آونگ	۱۳
۵. کار اصطکاک و مقاومت هوا	۱۳
۶. انرژی جنبشی	۱۴
۷. کار خالص	۱۴
۸. انرژی پتانسیل گرانشی	۱۴
۹. انرژی مکانیکی	۱۵
۱۰. اتلاف انرژی.....	۱۵
۱۱. توان	۱۵
۱۲. بازده.....	۱۶
نکات مهم این پوستر در یک نگاه.....	۱۷
بخش ۳: ویژگی‌های ماده	۱۸
۱. جامد	۱۸
۲. مایع	۱۸
۳. گاز	۱۹

۴. پلاسما.....	۱۹
۵. مقیاس نانو.....	۱۹
۶. هم چسبی.....	۲۰
۷. دگر چسبی.....	۲۰
۸. اصل ارشمیدس.....	۲۰
۹. اصل برنولی.....	۲۱
نکات مهم این پوستر در یک نگاه.....	۲۲
بخش ۴: فشار.....	۲۴
۱. تعریف فشار.....	۲۴
۲. فشار مایعات.....	۲۵
۳. تبدیل یکای فشار به یکدیگر.....	۲۵
۴. فشار هوا.....	۲۶
۵. تورریچلی.....	۲۶
۶. فشارسنج.....	۲۷
۷. لوله های U شکل.....	۲۷
نکات مهم این پوستر در یک نگاه.....	۲۸
نمادها و یکاهای مهم.....	۲۸
بخش ۵: گرما.....	۳۰
۱. مقیاس های دما.....	۳۰
۲. انبساط حرارتی.....	۳۰
۳. گرمای مبادله شده.....	۳۱
۴. دمای تعادل.....	۳۲
۵. تغییر حالت.....	۳۳
۶. انتقال حرارت.....	۳۳
۷. قانون گازها.....	۳۴
نکات مهم این پوستر در یک نگاه.....	۳۵
نمادها و یکاهای مهم.....	۳۶
بخش ۶: الکتریسیته ساکن.....	۳۸

۱. بار الکتریکی	۳۸
۲. قانون کولن	۳۸
۳. میدان الکتریکی	۳۹
۴. میدان الکتریکی ذره باردار	۳۹
۵. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی	۴۰
۶. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان یکنواخت	۴۰
۷. اختلاف پتانسیل الکتریکی	۴۰
۸. اختلاف پتانسیل در میدان یکنواخت	۴۱
۹. چگالی سطحی بار	۴۱
بخش ۷: خازن و مقاومت	۴۳
۱. ظرفیت خازن در مدار	۴۳
۲. ظرفیت خازن با دی الکتریک	۴۳
۳. انرژی ذخیره شده در خازن	۴۴
۴. مقاومت الکتریکی	۴۴
۵. مقاومت کربنی و کد رنگی	۴۴
۶. رابطه مقاومت با دما	۴۵
۷. انرژی الکتریکی مصرفی	۴۵
۸. توان الکتریکی مصرفی	۴۵
۹. مقاومت معادل مدار سری	۴۵
۱۰. مقاومت معادل مدار موازی	۴۶
نکات مهم این پوستر	۴۶
بخش ۸: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم	۴۷
۱. شدت جریان متوسط	۴۷
۲. جریان در مدار تک حلقه	۴۷
۳. اختلاف پتانسیل دو سر مولد	۴۸
۴. توان کل مولد	۴۸
۵. توان تلف شده در مقاومت داخلی مولد	۴۹
۶. توان خروجی مفید مولد	۴۹

۵۰.....	۷. بازده مولد.....
۵۰.....	نکات مهم این پوستر.....
۵۲.....	بخش ۹: مغناطیس.....
۵۲.....	۱. نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک.....
۵۲.....	۲. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان.....
۵۳.....	۳. اندازه میدان مغناطیسی در مرکز حلقه.....
۵۴.....	۴. اندازه میدان مغناطیسی در مرکز سیم‌لوله.....
۵۵.....	نکات مهم این پوستر.....
۵۷.....	بخش ۱۰: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب.....
۵۷.....	۱. شار مغناطیسی.....
۵۷.....	۲. قانون فاراده و نیروی محرکه القایی.....
۵۸.....	۳. ضریب خودالقایی.....
۵۸.....	۴. انرژی القاگر.....
۵۹.....	۵. جریان متناوب.....
۵۹.....	۶. نیروی محرکه القایی متناوب.....
۶۰.....	۷. ترانسفورماتور.....
۶۰.....	جمع‌بندی.....
۶۲.....	بخش ۱-۱۱: حرکت (قسمت اول).....
۶۲.....	۱. مفاهیم حرکت.....
۶۲.....	۲. حرکت با سرعت ثابت.....
۶۳.....	۳. معادلات حرکت با شتاب ثابت.....
۶۴.....	۴. جابه‌جایی در بازه زمانی خاص.....
۶۴.....	نمادهای مهم فرمول‌های حرکت و سینماتیک.....
۶۵.....	چرا این پوستر برای مرور فیزیک کاربردی است؟.....
۶۶.....	نکات مهم در استفاده از فرمول‌های حرکت و سینماتیک.....
۶۶.....	جمع‌بندی.....
۶۷.....	بخش ۲-۱۱: حرکت (قسمت دوم).....
۶۷.....	۱. ترمز در حرکت با شتاب ثابت.....

۶۷.....	۲. سقوط آزاد بدون مقاومت هوا
۶۹.....	چرا این پوستر برای مرور فیزیک کاربردی است؟
۷۰.....	نمادهای مهم پوستر
۷۱.....	چرا این پوستر برای مرور فیزیک مناسب است؟
۷۱.....	جمع‌بندی
۷۲.....	بخش ۱۲: دینامیک
۷۲.....	۱. قانون دوم نیوتن
۷۲.....	۲. وزن ظاهری در آسانسور با شتاب رو به بالا
۷۲.....	۳. وزن ظاهری در آسانسور با شتاب رو به پایین
۷۳.....	۴. نیروی اصطکاک ایستایی
۷۳.....	۵. نیروی اصطکاک جنبشی
۷۳.....	۶. قانون هوک و نیروی کشسانی فنر
۷۴.....	۷. دوره تناوب حرکت دایره‌ای
۷۴.....	۸. شتاب مرکزگرا
۷۴.....	۹. نیروی مرکزگرا
۷۴.....	۱۰. قانون گرانش عمومی
۷۵.....	۱۱. نیروی وزن در میدان گرانشی
۷۵.....	نکات مهم برای حل مسائل دینامیک
۷۶.....	تفاوت جرم و وزن
۷۶.....	چرا این پوستر برای مرور فیزیک مناسب است؟
۷۷.....	نمادهای مهم فرمول‌های دینامیک
۷۷.....	جمع‌بندی
۷۸.....	بخش ۱-۱۳: موج و نوسان
۷۸.....	۱. بسامد و دوره تناوب
۷۸.....	۲. معادله حرکت هماهنگ ساده
۷۸.....	۳. بسامد زاویه‌ای
۷۹.....	۴. بیشینه سرعت نوسانگر
۷۹.....	۵. بیشینه شتاب نوسانگر

۶. رابطه شتاب و مکان در حرکت هماهنگ ساده.....	۷۹
۷. بسامد زاویه‌ای نوسان فنر.....	۷۹
۸. دوره تناوب نوسان فنر.....	۸۰
۹. دوره تناوب آونگ ساده.....	۸۰
۱۰. انرژی مکانیکی در حرکت هماهنگ ساده.....	۸۰
نکات مهم فرمول‌های حرکت نوسانی و موج.....	۸۱
این پوستر برای چه کسانی مناسب است؟.....	۸۱
مزایای پوستر فرمول‌نامه تصویری فیزیک.....	۸۱
جمع‌بندی.....	۸۲
بخش ۲-۱۳: موج و نوسان (قسمت دوم).....	۸۳
۱. تندی انتشار موج.....	۸۳
۲. تندی انتشار موج در تار کشیده.....	۸۳
۳. چگالی خطی.....	۸۳
۴. شدت صوت.....	۸۴
۵. تراز شدت صوت.....	۸۴
۶. تغییر تراز شدت صوت.....	۸۴
۷. روابط شکست موج.....	۸۵
۸. سرعت نور در خلأ.....	۸۵
۹. طول موج موج ایستاده روی تار دو سر ثابت.....	۸۵
۱۰. بسامد موج ایستاده روی تار دو سر ثابت.....	۸۵
نکات مهم فرمول‌های موج و نوسان.....	۸۶
این پوستر برای چه کسانی مناسب است؟.....	۸۶
مزایای پوستر فرمول‌نامه تصویری فیزیک.....	۸۷
جمع‌بندی.....	۸۷
بخش ۱۴: اتمی و هسته‌ای.....	۸۸
۱. انرژی فوتون.....	۸۸
۲. تبدیل الکترون‌ولت به ژول.....	۸۸
۳. رابطه ریدبرگ.....	۸۸

۴. انرژی فوتون گسیل شده در گذار اتمی ۸۹
۵. تغییرات انرژی برحسب طول موج ۸۹
۶. واکنش واپاشی آلفا ۸۹
۷. واکنش واپاشی بتای مثبت ۹۰
۸. واکنش واپاشی بتای منفی ۹۰
۹. واکنش واپاشی گاما ۹۰
۱۰. تعداد هسته‌های باقی‌مانده در واپاشی ۹۰
۱۱. تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده ۹۱
۱۲. تابع کار فوتوالکتریک ۹۱
۱۳. معادله فوتوالکتریک ۹۱
- نکات مهم فرمول‌های اتمی و هسته‌ای ۹۲
- این پوستر برای چه کسانی مناسب است؟ ۹۲
- مزایای پوستر فرمول‌نامه تصویری فیزیک ۹۲
- جمع‌بندی ۹۳

بخش ۱: چگالی و بردارها

۱. چگالی
۲. تبدیل واحد چگالی
۳. چگالی آلیاژ یا مخلوط
۴. چگالی جسم دارای حفره
۵. برآیند بردارها
۶. ضرب بردارها

۱. چگالی

چگالی از نسبت جرم به حجم به دست می آید:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

واحد چگالی در دستگاه SI:

$$\text{kg/m}^3$$

برای یک جسم مکعب مستطیل شکل:

$$V = a \times b \times c$$

بنابراین:

$$\rho = \frac{m}{a \times b \times c}$$

۲. تبدیل واحد چگالی

رابطه مهم تبدیل واحد:

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

و:

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

همچنین:

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L}$$

و:

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$$

۸

۳. چگالی آلیاژ یا مخلوط

اگر دو ماده با چگالی‌های مختلف با یکدیگر مخلوط شوند، چگالی مخلوط از نسبت جرم کل به حجم کل به دست می‌آید.

اگر حجم دو ماده معلوم باشد:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

با توجه به روابط جرم:

$$m_1 = \rho_1 \times V_1$$

رابطه چگالی مخلوط:

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

اگر جرم دو ماده معلوم باشد:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}}$$

رابطه اصلی چگالی مخلوط:

$$\rho = \frac{m_{\text{net}}}{V_{\text{net}}}$$

جرم کل:

$$m_{\text{net}} = m_1 + m_2$$

حجم کل:

$$V_{\text{net}} = V_1 + V_2$$

۴. چگالی جسم دارای حفره

برای جسمی که داخل آن حفره وجود دارد، حجم ماده تشکیل دهنده جسم برابر با حجم ظاهری جسم منهای حجم حفره است:

حجم واقعی ماده:

$$V_{\text{mat}} = V - V'$$

بنابراین چگالی جسم:

$$\rho = \frac{m}{V - V'}$$

نکته مهم

حجم (V) حجم کل فضایی است که جسم اشغال می‌کند، اما (V-V') فقط حجم واقعی ماده را نشان می‌دهد.

۵. برآیند بردارها

در این بخش، روش محاسبه برآیند دو بردار در سه حالت مهم نمایش داده شده است.

الف) دو بردار هم‌جهت

اگر دو بردار هم‌اندازه یا ناهم‌اندازه در یک جهت باشند:

$$R = a + b$$

ب) دو بردار خلاف‌جهت

اگر دو بردار در جهت مخالف یکدیگر باشند:

$$R = |a - b|$$

جهت برآیند به سمت بردار بزرگ‌تر است.

ج) دو بردار عمود بر هم

اگر دو بردار بر یکدیگر عمود باشند، با استفاده از قضیه فیثاغورس:

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

در این حالت، (C) اندازه برآیند دو بردار است.

نکته مهم

در حالت کلی، روش جمع برداری به زاویه بین دو بردار نیز بستگی دارد؛ اما این پوستر سه حالت پرکاربرد هم‌جهت، خلاف‌جهت و عمود بر هم را به‌صورت سریع و تصویری جمع‌بندی می‌کند.

۶. ضرب بردارها

در پوستر، دو نوع ضرب مهم بردارها معرفی شده است:

ضرب داخلی یا نقطه‌ای

ضرب داخلی دو بردار با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

اگر:

$$\vec{A} = a\hat{i} + b\hat{j}$$

و:

$$\vec{B} = c\hat{i} + d\hat{j}$$

باشد، آنگاه:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = ac + bd$$

ویژگی مهم

نتیجه ضرب داخلی یک کمیت نرده‌ای (اسکالر) است.

ضرب خارجی یا برداری

اندازه ضرب خارجی دو بردار:

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = AB \sin \theta$$

و برای:

$$\vec{A} = a\hat{i} + b\hat{j}$$

و:

$$\vec{B} = c\hat{i} + d\hat{j}$$

داریم:

$$\vec{A} \times \vec{B} = (ad - bc)\hat{k}$$

در حالت دوبعدی، عبارت (ad-bc) اندازه مؤلفه عمود بر صفحه را مشخص می‌کند.

ویژگی مهم

نتیجه ضرب خارجی یک کمیت برداری است و جهت آن بر صفحه شامل دو بردار عمود است.

نکات مهم این پوستر در یک نگاه

- چگالی برابر جرم تقسیم بر حجم است:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- واحد SI چگالی

$$\text{kg/m}^3$$

است.

- برای مخلوط‌ها، جرم کل و حجم کل باید در نظر گرفته شود.
- در جسم دارای حفره، حجم واقعی ماده برابر $(V - V')$ است.
- در بردارهای هم‌جهت، اندازه‌ها جمع می‌شوند.
- در بردارهای خلاف‌جهت، تفاضل اندازه‌ها گرفته می‌شود.
- برای دو بردار عمود، از رابطه فیثاغورس استفاده می‌شود.
- ضرب داخلی با مرتبط است و حاصل آن یک کمیت اسکالر است.
- ضرب خارجی با مرتبط است و حاصل آن یک کمیت برداری است.

بخش ۲: کار و انرژی

۱. کار
۲. کار با بردارهای یکه
۳. کار نیروی وزن
۴. کار وزن در آونگ
۵. کار اصطکاک و مقاومت هوا
۶. انرژی جنبشی
۷. کار خالص
۸. انرژی پتانسیل گرانشی
۹. انرژی مکانیکی
۱۰. اتلاف انرژی
۱۱. توان
۱۲. بازده

۱. کار

کار انجام شده توسط نیروی ثابت از رابطه زیر به دست می آید:

$$W = F d \cos \theta$$

در این رابطه:

- W : کار
- F : اندازه نیرو
- d : جابه جایی
- θ : زاویه بین بردار نیرو و بردار جابه جایی

نکته مهم

علامت کار به زاویه بین نیرو و جابه جایی بستگی دارد:

- اگر نیرو و جابه جایی هم جهت باشند، کار مثبت است.
- اگر خلاف جهت باشند، کار منفی است.
- اگر نیرو بر جابه جایی عمود باشد، کار صفر است.

۲. کار با بردارهای یکه

اگر نیرو و جابه جایی به صورت برداری داده شوند:

$$\vec{F} = a\hat{i} + b\hat{j}$$

$$\vec{d} = c\hat{i} + d\hat{j}$$

کار برابر ضرب داخلی نیرو و جابه‌جایی است:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

بنابراین:

$$W = ac + bd$$

این رابطه برای محاسبه کار در مسائل دوبعدی که نیرو و جابه‌جایی با مؤلفه‌های برداری داده شده‌اند، کاربرد زیادی دارد.

۳. کار نیروی وزن

کار نیروی وزن به جهت حرکت جسم بستگی دارد:

$$W_{mg} = \pm m g \Delta h$$

در این رابطه جرم جسم، شتاب گرانش و تغییر ارتفاع است.

در حالت حرکت رو به بالا، کار نیروی وزن منفی است:

$$W_{mg} = -m g \Delta h$$

در حالت حرکت رو به پایین، کار نیروی وزن مثبت است:

$$W_{mg} = +m g \Delta h$$

نکته مهم

نیروی وزن در جهت پایین وارد می‌شود؛ بنابراین هنگام بالا رفتن جسم، نیرو و جابه‌جایی خلاف جهت یکدیگر هستند و کار وزن منفی می‌شود.

۴. کار وزن در آونگ

در حرکت آونگ، اگر جسم از موقعیتی با زاویه نسبت به راستای قائم حرکت کند، تغییر ارتفاع برابر است با:

$$h = L(1 - \cos \theta)$$

بنابراین کار نیروی وزن:

$$W_{mg} = m g L(1 - \cos \theta)$$

در این روابط:

- L : طول آونگ
- θ : زاویه انحراف آونگ
- h : تغییر ارتفاع

این رابطه از هندسه تغییر ارتفاع گلوله آونگ به دست می‌آید.

۵. کار اصطکاک و مقاومت هوا

کار نیروی اصطکاک جنبشی که خلاف جهت حرکت جسم است:

$$W_{fk} = -f_k d$$

کار نیروی مقاومت هوا نیز به صورت مشابه منفی است:

$$W_{\text{air}} = -f_{\text{air}} d$$

علامت منفی نشان می‌دهد که نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا در خلاف جهت جابه‌جایی عمل می‌کنند.

۶. انرژی جنبشی

انرژی جنبشی جسم متحرک از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

در این رابطه:

- K : انرژی جنبشی
- m : جرم جسم
- v : سرعت جسم

نکته مهم

انرژی جنبشی به مجذور سرعت وابسته است؛ بنابراین اگر سرعت جسم دو برابر شود، انرژی جنبشی آن چهار برابر خواهد شد.

۷. کار خالص

قضیه کار و انرژی بیان می‌کند که کار خالص انجام شده روی جسم برابر تغییر انرژی جنبشی آن است:

$$W_{\text{net}} = \Delta K$$

یا:

$$W_{\text{net}} = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

در مسائل مختلف، کار خالص می‌تواند از مجموع کار نیروهای وارد بر جسم به دست آید:

$$W_{\text{net}} = W_f + W_{fk} + W_{mg} + \dots$$

این رابطه یکی از مهم‌ترین روابط مبحث کار و انرژی برای حل مسائل حرکت است.

۸. انرژی پتانسیل گرانشی

تغییر انرژی پتانسیل گرانشی با کار نیروی وزن رابطه عکس دارد:

$$\Delta U_g = -W_g$$

انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نزدیکی سطح زمین:

$$U = m g h$$

در این رابطه:

- U : انرژی پتانسیل گرانشی

- m : جرم
- g : شتاب گرانش
- h : ارتفاع نسبت به سطح مرجع

نکته مهم

افزایش ارتفاع باعث افزایش انرژی پتانسیل گرانشی می‌شود، در حالی که کار نیروی وزن در این حرکت منفی است.

۹. انرژی مکانیکی

انرژی مکانیکی برابر مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل است:

$$E = K + U$$

اگر فقط نیروهای پایستار مانند گرانش در مسئله مؤثر باشند، انرژی مکانیکی پایسته است:

$$E_i = E_f$$

برای مثال، اگر جسمی از ارتفاع بالاتر با سرعت حرکت کند و در ارتفاع پایین‌تر سرعت آن باشد، در حالت مناسب می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$v_{\text{down}} = \sqrt{2gh + v_{\text{up}}^2}$$

۱۰. اتلاف انرژی

در نبود اصطکاک

در صورت نبود نیروی اصطکاک و سایر نیروهای غیرپایستار:

$$\Delta U + \Delta K = 0$$

یعنی کاهش یک نوع انرژی با افزایش نوع دیگر جبران می‌شود.

در حضور اصطکاک

اگر اصطکاک وجود داشته باشد:

$$\Delta U + \Delta K = W_f$$

همچنین کار نیروی غیرپایستار را می‌توان از تغییر انرژی مکانیکی به دست آورد:

$$W_f = E_f - E_i$$

در این حالت بخشی از انرژی مکانیکی به دلیل نیروهایی مانند اصطکاک به شکل‌های دیگر انرژی تبدیل می‌شود.

۱۱. توان

توان، نرخ انجام کار یا نرخ انتقال انرژی است.

رابطه اصلی توان متوسط:

$$P = \frac{W}{t}$$

توان را می‌توان بر اساس تغییر انرژی پتانسیل نیز نوشت:

$$P = \frac{\Delta U}{t}$$

یا بر اساس تغییر انرژی جنبشی:

$$P = \frac{\Delta K}{t}$$

در حالت کلی:

$$P = \frac{\Delta K + \Delta U}{t}$$

برای نیروی ثابت:

$$P = \frac{F d \cos \theta}{t}$$

و با توجه به سرعت متوسط:

$$P = F v_{av}$$

واحد توان در دستگاه SI، وات (W) است.

۱۲. بازده

بازده درصدی نشان می‌دهد چه مقدار از توان یا انرژی ورودی به توان یا انرژی مفید تبدیل شده است.

اگر توان کل و توان مفید برابر با P_{useful} باشد:

$$\frac{X}{100} P = P_{\text{useful}}$$

بنابراین بازده درصدی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$X = 100 \cdot \frac{P_{\text{useful}}}{P}$$

همین مفهوم را می‌توان برای انرژی نیز به کار برد:

$$X = 100 \cdot \frac{E_{\text{useful}}}{E_{\text{input}}}$$

در این روابط:

- X : بازده بر حسب درصد
- P_{useful} : توان مفید
- P : توان ورودی

نکته مهم

در یک سیستم واقعی، به دلیل وجود عواملی مانند اصطکاک، مقاومت هوا و اتلاف‌های دیگر، بازده معمولاً کمتر از ۱۰۰ درصد است.

نکات مهم این پوستر در یک نگاه

این پوستر برای مرور سریع روابط اصلی کار و انرژی طراحی شده است. مهم‌ترین روابطی که باید به خاطر داشته باشید عبارت‌اند از:

کار نیروی ثابت:

$$W = F d \cos \theta$$

انرژی جنبشی:

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

قضیه کار و انرژی:

$$W_{\text{net}} = \Delta K$$

انرژی پتانسیل گرانشی:

$$U = m g h$$

انرژی مکانیکی:

$$E = K + U$$

توان:

$$P = \frac{W}{t}$$

این روابط، پایه بسیاری از مسائل مربوط به حرکت، سقوط، سطوح شیب‌دار، اصطکاک، ماشین‌ها و تبدیل انرژی هستند.

بخش ۳: ویژگی‌های ماده

۱. جامد
۲. مایع
۳. گاز
۴. پلاسما
۵. مقیاس نانو
۶. هم‌چسبی
۷. دگرچسبی
۸. اصل ارشمیدس
۹. اصل برنولی

۱. جامد

جامدات یکی از حالت‌های اصلی ماده هستند و ذرات آن‌ها معمولاً در موقعیت‌هایی نسبتاً ثابت و منظم قرار دارند. در پوستر، برای نمایش ساختار جامد به تفاوت میان جامد بلوری و جامد بی‌شکل (آمورف) اشاره شده است.

جامد بلوری

در جامدهای بلوری، ذرات ماده آرایش منظم و تکرارشونده‌ای دارند. نمونه‌هایی مانند بسیاری از بلورها و مواد معدنی در این دسته قرار می‌گیرند.

جامد بی‌شکل یا آمورف

در جامدهای آمورف، ذرات آرایش منظم و تکرارشونده‌ای مانند جامدهای بلوری ندارند. شیشه نمونه‌ای شناخته‌شده از مواد آمورف است.

فاصله بین ذرات

در پوستر رابطه مهم مقیاس فاصله‌های اتمی نیز آورده شده است:

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

آنگستروم یکی از واحدهای متداول برای بیان فاصله‌های بسیار کوچک در مقیاس اتمی و مولکولی است.

۲. مایع

مایعات حالت دیگری از ماده هستند که در آن‌ها ذرات می‌توانند نسبت به یکدیگر حرکت کنند.

یکی از ویژگی‌های مهم مایعات این است که:

- حجم تقریباً مشخصی دارند.
- شکل ظرف را می‌گیرند.
- ذرات آن‌ها آزادی حرکت بیشتری نسبت به جامدات دارند.
- در شرایط معمول تراکم‌پذیری آن‌ها بسیار کم است.

فاصله مولکول‌ها در مایع

در پوستر اشاره شده است که فاصله مولکول‌ها در مایع‌ها تقریباً هم‌اندازه با فاصله مولکول‌ها در جامدهاست.

همچنین پدیده **بخش** در مایعات به حرکت گرمایی مولکول‌ها مربوط است.

۳. گاز

گازها نسبت به جامدات و مایعات فاصله بیشتری بین ذرات خود دارند.

مهم‌ترین ویژگی‌های گازها در این پوستر عبارت‌اند از:

- فاصله مولکول‌های گاز چندین برابر جامد است.
 - مولکول‌های گاز به‌طور پیوسته در حرکت هستند.
 - گازها تراکم‌پذیری بیشتری نسبت به جامدات و مایعات دارند.
 - فشار و دمای گاز می‌توانند بر رفتار و تراکم‌پذیری آن تأثیر بگذارند.
- در پوستر تأکید شده است که فاصله مولکول‌های گاز ثابت نیست و به شرایط گاز بستگی دارد.

۴. پلاسما

پلاسما به‌عنوان حالت چهارم ماده شناخته می‌شود.

در پلاسما، گاز در اثر دریافت انرژی کافی می‌تواند یونیده شود و بخشی از اتم‌ها الکترون‌های خود را از دست بدهند.

در نتیجه، پلاسما شامل ذرات باردار مانند **یون‌ها و الکترون‌های آزاد** است.

نمونه‌هایی از پلاسما را می‌توان در پدیده‌هایی مانند:

- ستارگان
- آذرخش
- برخی تخلیه‌های الکتریکی
- محیط‌های بسیار داغ

مشاهده کرد.

در پوستر، خورشید و آذرخش به‌عنوان نمونه‌های تصویری پلاسما نشان داده شده‌اند.

۵. مقیاس نانو

نانو به مقیاسی بسیار کوچک اشاره دارد که در آن ابعاد معمولاً در محدوده چند نانومتر قرار می‌گیرند.

واحد نانومتر برابر است با:

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

در پوستر اشاره شده است که:

هر نانو یک میلیاردیم متر است.

در این مقیاس، برخی مواد می‌توانند ویژگی‌هایی متفاوت از همان ماده در ابعاد بزرگ‌تر داشته باشند.

یکی از نمونه‌های مطرح‌شده در پوستر، **نانولوله‌های کربنی** است.

همچنین ضخامت لایه اکسید آلومینیوم و تفاوت ویژگی‌های مواد در مقیاس نانو مورد توجه قرار گرفته است.

۶. هم‌چسبی

هم‌چسبی به نیروی جاذبه بین مولکول‌های هم‌جنس گفته می‌شود.

برای مثال، جاذبه بین مولکول‌های آب و مولکول‌های دیگر آب، نمونه‌ای از نیروی هم‌چسبی است.

این نیرو در بسیاری از پدیده‌های سطحی مایعات نقش دارد.

نکته مهم

در پوستر اشاره شده است که افزایش دما باعث کاهش نیروهای هم‌چسبی می‌شود.

همچنین کشش سطحی مایع به نیروهای بین مولکول‌های آن مربوط است.

۷. دگرچسبی

دگرچسبی به نیروی جاذبه بین مولکول‌های دو ماده یا دو جنس متفاوت گفته می‌شود.

برای مثال، جاذبه بین مولکول‌های آب و سطح شیشه، نمونه‌ای از نیروی دگرچسبی است.

ترشوندگی

در پوستر ارتباط میان دگرچسبی و ترشوندگی نیز نشان داده شده است.

اگر نیروی دگرچسبی بین مایع و سطح بیشتر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع باشد، مایع تمایل بیشتری به پخش شدن روی سطح خواهد داشت.

مویینگی

پدیده مویینگی نیز به برهم‌کنش نیروهای هم‌چسبی و دگرچسبی مربوط است.

در پوستر به این نکته اشاره شده که با کاهش قطر لوله مویین، ارتفاع بالا آمدن آب افزایش می‌یابد.

۸. اصل ارشمیدس

اصل ارشمیدس یکی از مهم‌ترین مفاهیم فیزیک سیالات است.

بر اساس این اصل، جسمی که درون یک سیال قرار می‌گیرد، نیرویی رو به بالا از طرف سیال دریافت می‌کند که به آن نیروی شناوری گفته می‌شود.

رابطه اصلی نیروی شناوری:

$$F_b = W_{\text{fluid}}$$

یعنی نیروی شناوری با وزن سیال جابه‌جا شده برابر است. این بیان با اصل ارشمیدس سازگار است.

در پوستر سه حالت مهم به صورت تصویری مقایسه شده‌اند:

جسم شناور

اگر:

$$F_b = W$$

باشد، جسم در حالت تعادل شناور قرار می‌گیرد.

در این حالت:

$$\rho_{\text{fluid}} > \rho_{\text{object}}$$

جسم معلق

در حالت تعادل:

$$F_b = W$$

و چگالی جسم و سیال برابر است:

$$\rho_{\text{fluid}} = \rho_{\text{object}}$$

جسم فرو رونده

اگر:

$$F_b < W$$

باشد، جسم به سمت پایین حرکت می‌کند.

در این حالت:

$$\rho_{\text{fluid}} < \rho_{\text{object}}$$

نکته: در حالت شناوری کامل و تعادل، برابر بودن نیروها به معنی برابر بودن چگالی جسم و سیال نیست؛ برای جسمی که بخشی از حجمش در سیال است، حجم جابه‌جا شده با حجم کل جسم متفاوت است.

۹. اصل برنولی

اصل برنولی یکی از مهم‌ترین مفاهیم مربوط به جریان سیالات است.

یکی از نتایج مهم اصل برنولی این است که در شرایط مناسب، با افزایش سرعت جریان سیال، فشار کاهش پیدا می‌کند. این مفهوم در پوستر با عبور سیال از بخشی با سطح مقطع کوچک‌تر نمایش داده شده است.

در پوستر رابطه مهم میان سرعت و سطح مقطع نیز آمده است:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

در این رابطه:

- سرعت جریان سیال:
- مساحت سطح مقطع:
- شعاع:
- قطر:

بنابراین در یک جریان پایا و تراکم‌ناپذیر، هنگامی که سطح مقطع لوله کاهش پیدا می‌کند، سرعت جریان افزایش می‌یابد.

برای درک کامل‌تر اصل برنولی، رابطه عمومی آن نیز به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{constant}$$

این رابطه در شرایط ایده‌آل برای سیال تراکم‌ناپذیر و بدون اصطکاک به کار می‌رود.

نکته مهم

در شکل پوستر، باریک شدن مسیر جریان با افزایش سرعت و کاهش فشار همراه شده است. این مفهوم در بسیاری از کاربردهای فیزیک سیالات و مهندسی دیده می‌شود.

نکات مهم این پوستر در یک نگاه

پوستر ویژگی‌های ماده در فیزیک بیشتر یک ابزار تصویری برای مرور مفاهیم است و تمرکز آن روی درک ویژگی‌های ماده و سیالات قرار دارد.

مهم‌ترین نکاتی که از این پوستر باید به خاطر سپرد:

- جامدها می‌توانند بلوری یا آمورف باشند.
- فاصله‌های اتمی معمولاً در مقیاس آنگستروم هستند.
- مایعات حجم تقریباً مشخص دارند ولی شکل ظرف را می‌گیرند.
- گازها تراکم‌پذیری بیشتری دارند و فاصله بین ذرات آن‌ها بیشتر است.
- پلاسما شامل ذرات باردار است.
- مقیاس نانو در حدود

$$10^{-10} \text{ m}$$

متر است.

- هم‌چسبی بین مولکول‌های هم‌جنس است.
- دگرچسبی بین مولکول‌های غیرهم‌جنس است.
- نیروی شناوری با وزن سیال جابه‌جا شده ارتباط دارد.
- در جریان مناسب، کاهش سطح مقطع می‌تواند باعث افزایش سرعت سیال شود.

بخش ۴: فشار

۱. تعریف فشار
۲. فشار مایعات
۳. تبدیل یکای فشار به یکدیگر
۴. فشار هوا
۵. تورریچلی و فشار جو
۶. فشارسنج
۷. لوله‌های U شکل

۱. تعریف فشار

فشار بیانگر مقدار نیروی وارد شده بر واحد سطح است. بنابراین هرچه یک نیروی مشخص روی سطح کوچک‌تری وارد شود، فشار بیشتری ایجاد می‌کند.

فرمول اصلی فشار:

$$P = \frac{F}{A}$$

در این رابطه:

- P : فشار
- F : نیرو
- A : مساحت سطح

واحد فشار در دستگاه SI، پاسکال (Pa) است:

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

فشار ناشی از وزن جامد

اگر جسمی با جرم روی سطحی قرار گرفته باشد و نیروی وارد شده ناشی از وزن آن باشد:

$$P = \frac{mg}{A}$$

که در آن شتاب گرانش است.

فشار ناشی از ستون مایع

فشار ناشی از وزن ستون مایع نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = \rho g h$$

در این رابطه:

- ρ : چگالی مایع

• g : شتاب گرانش

• h : عمق یا ارتفاع ستون مایع

۲. فشار مایعات

در یک مایع ساکن، فشار با افزایش عمق بیشتر می‌شود. رابطه فشار در عمق نسبت به سطح آزاد مایع به صورت زیر است:

در این رابطه:

$$P = P_0 + \rho g h$$

• P : فشار در عمق موردنظر

• P_0 : فشار در سطح آزاد مایع

• ρ : چگالی مایع

• g : شتاب گرانش

• h : عمق

نکته مهم

در یک مایع ساکن، فشار در نقاطی که عمق یکسانی دارند، برابر است؛ البته این نتیجه برای نقاطی در یک مایع پیوسته و در شرایط یکسان به کار می‌رود.

همچنین در یک عمق مشخص، هرچه چگالی مایع بیشتر باشد، فشار هیدروستاتیکی بیشتری ایجاد می‌شود.

فشار مطلق و فشار ناشی از ستون مایع

اگر فشار سطح مایع باشد، فشار مطلق در عمق برابر مجموع فشار سطح و فشار ناشی از ستون مایع است:

$$P = P_0 + \rho g h$$

اگر فقط فشار ناشی از ستون مایع موردنظر باشد:

$$P_g = \rho g h$$

که در اینجا P_g فشار گیج یا فشار نسبی نسبت به سطح آزاد است.

۳. تبدیل یکای فشار به یکدیگر

یکی از بخش‌های مهم فرمول‌های فشار در فیزیک، تبدیل واحدهای مختلف فشار به یکدیگر است.

در پوستر، رابطه تبدیل سانتی‌متر جیوه و پاسکال نیز آورده شده است:

$$1 \text{ cm Hg} \approx 1360 \text{ Pa}$$

بنابراین برای تبدیل:

$$\text{cm Hg} \times 1360 = \text{Pa}$$

و برعکس:

$$Pa \div 1360 = cm Hg$$

نکته

در این تبدیل، چگالی جیوه در نظر گرفته شده است و مقدار دقیق تبدیل به مقدار استفاده شده برای چگالی جیوه و شتاب گرانش بستگی دارد.

۴. فشار هوا

هوا نیز به دلیل وزن خود به اجسام و سطح زمین فشار وارد می کند که به آن فشار هوا یا فشار جو گفته می شود.

فشار جو با افزایش ارتفاع از سطح زمین کاهش می یابد.

در پوستر رابطه تقریبی زیر برای فشار هوا بر حسب ارتفاع ارائه شده است:

$$P = P_0 - \frac{h}{10}$$

این رابطه یک تقریب آموزشی است و برای مسائل ساده ای که در پوستر مدنظر قرار گرفته اند استفاده می شود؛ فشار جو در واقع با ارتفاع به شکل دقیقاً خطی تغییر نمی کند.

نکته مهم

در ارتفاعات بیشتر، ستون هوای بالای سر کوتاه تر می شود؛ بنابراین وزن هوای بالای آن نقطه و در نتیجه فشار جو کاهش پیدا می کند.

پوستر همچنین اشاره می کند که با افزایش ارتفاع، فشار هوا کاهش می یابد.

۵. تورریجلی

آزمایش تورریجلی یکی از آزمایش های معروف برای اندازه گیری فشار جو است.

در این آزمایش، یک ستون جیوه در یک لوله قرار می گیرد و ارتفاع ستون جیوه با فشار هوا ارتباط دارد.

در نزدیکی سطح دریا، فشار جو تقریباً برابر است با:

$$P_0 = 1 \text{ atm}$$

و در پوستر مقادیرهای معادل زیر ارائه شده اند:

$$P_0 = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg} = 760 \text{ mm Hg} \approx 101325 \text{ Pa}$$

همچنین:

$$76 \text{ cm Hg} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ torr} \approx 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

بارومتر جیوه ای

در بارومتر جیوه ای، فشار هوا وزن ستون جیوه را متعادل می کند.

در شرایط استاندارد، ارتفاع ستون جیوه حدود ۷۶ سانتی متر است.

نکته مهم

ارتفاع ستون جیوه در بارومتر به شکل ظرف وابسته نیست؛ در شرایط یکسان، فشار جو تعیین کننده ارتفاع تعادل ستون جیوه است.

۶. فشارسنج

فشارسنج یا مانومتر برای اندازه گیری فشار گاز یا اختلاف فشار با استفاده از اختلاف ارتفاع مایع در یک لوله U شکل به کار می رود.

در حالت نشان داده شده در پوستر، اگر فشار گاز باعث ایجاد اختلاف ارتفاع h در مایع شود، فشار ناشی از ستون مایع برابر است با:

$$P_g = \rho g h$$

اگر فشار گاز از فشار محیط بیشتر باشد:

$$P_{\text{gas}} = P. + \rho g h$$

و اگر فشار گاز از فشار محیط کمتر باشد:

$$P_{\text{gas}} = P. - \rho g h$$

در این روابط، فشار محیط یا فشار جو است.

فشار پیمانه ای

اختلاف فشار گاز و فشار محیط را می توان به صورت زیر نوشت:

$$P_g = P_{\text{gas}} - P.$$

بنابراین:

- اگر $P_g > 0$ ، فشار گاز از فشار محیط بیشتر است.
- اگر $P_g < 0$ ، فشار گاز از فشار محیط کمتر است.
- اگر $P_g = 0$ ، فشار گاز با فشار محیط برابر است.

این مفهوم با تعریف فشار گیج در منابع استاندارد فیزیک نیز مطابقت دارد.

۷. لوله های U شکل

لوله U شکل یکی از ابزارهای مهم برای بررسی و مقایسه فشار در مایعات است.

در یک مایع ساکن و پیوسته، نقاطی که در یک ارتفاع قرار دارند، فشار یکسانی دارند. به همین دلیل در شکل ساده پوستر:

$$P_A = P_B$$

این اصل در حل مسائل مربوط به لوله های U شکل بسیار کاربردی است.

اضافه کردن مایع به لوله U شکل

اگر مایعی با چگالی متفاوت به یکی از شاخه‌های لوله U شکل اضافه شود، ارتفاع ستون‌های مایعات تغییر می‌کند تا شرایط تعادل هیدروستاتیکی برقرار شود.

برای حل این مسائل باید:

۱. فشار را از یک نقطه شروع کنید.
 ۲. هنگام حرکت به سمت پایین در یک مایع، مقدار $\rho g h$ را به فشار اضافه کنید.
 ۳. هنگام حرکت به سمت بالا در یک مایع، مقدار $\rho g h$ را از فشار کم کنید.
 ۴. در نهایت فشار دو نقطه هم‌ارتفاع در یک مایع پیوسته را برابر قرار دهید.
- این روش یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های حل مسائل لوله‌های U شکل است.

نکات مهم این پوستر در یک نگاه

فرمول‌های فشار در فیزیک در این پوستر به شکل خلاصه، چند رابطه و مفهوم کلیدی را پوشش می‌دهند:

- فشار برابر نیرو تقسیم بر مساحت است.
- واحد SI فشار پاسکال است.
- فشار ناشی از وزن یک جسم جامد به جرم، شتاب گرانش و مساحت سطح تماس بستگی دارد.
- فشار هیدروستاتیکی با عمق افزایش می‌یابد.
- در یک عمق مشخص، فشار به چگالی مایع نیز وابسته است.
- فشار مطلق شامل فشار سطح و فشار ناشی از ستون مایع است.
- فشار جو با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد.
- فشار استاندارد جو تقریباً برابر 1 atm است.
- 1 atm تقریباً برابر 76 cmHg یا 760 mmHg است.
- در بارومتر جیوه‌ای، ارتفاع ستون جیوه با فشار جو ارتباط دارد.
- در مانومتر، اختلاف ارتفاع مایع برای تعیین اختلاف فشار استفاده می‌شود.
- در یک مایع ساکن و پیوسته، نقاط هم‌ارتفاع فشار یکسان دارند.
- در لوله U شکل باید اختلاف ارتفاع و چگالی مایعات را در محاسبه فشار در نظر گرفت.

نمادها و یکاهای مهم

در پایین پوستر، نمادهای اصلی این بخش معرفی شده‌اند:

- P : فشار — پاسکال (Pa)
- F : نیرو — نیوتن (N)
- A : مساحت — مترمربع m^2
- m : جرم — کیلوگرم (kg)
- g : شتاب گرانش — $\frac{N}{kg}$
- h : عمق — متر (m)
- ρ : چگالی — $\frac{kg}{m^3}$

بخش ۵: گرما

۱. مقیاس‌های دما
۲. انبساط حرارتی
۳. گرمای مبادله‌شده
۴. دمای تعادل
۵. تغییر حالت
۶. انتقال حرارت
۷. قانون گازها

۱. مقیاس‌های دما

دما یکی از کمیت‌های مهم در مبحث گرماست و می‌توان آن را با مقیاس‌های مختلفی مانند سلسیوس، کلوین و فارنهایت بیان کرد.

در پوستر، تبدیل دمای سلسیوس به کلوین به شکل زیر ارائه شده است:

$$T(K) = \theta(^{\circ}C) + ۲۷۳$$

همچنین رابطه تبدیل دمای سلسیوس به فارنهایت:

$$F = \frac{9}{5}\theta + ۳۲$$

در این روابط، T دما بر حسب کلوین، θ دما بر حسب سلسیوس و F دما بر حسب فارنهایت است.

دماسنج‌های مشابه

در پوستر رابطه‌ای برای مقایسه خوانش دو دماسنج خطی نیز آمده است:

$$\frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

این رابطه زمانی کاربرد دارد که مقیاس یک دماسنج بین دو نقطه مرجع به صورت خطی تعریف شده باشد.

۲. انبساط حرارتی

با تغییر دمای یک ماده، ابعاد آن می‌تواند تغییر کند. این پدیده را **انبساط حرارتی** می‌نامیم.

پوستر سه نوع اصلی انبساط را معرفی می‌کند:

انبساط طولی

رابطه انبساط طولی:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$$

و طول نهایی:

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta T)$$

که در آن:

- L_1 : طول اولیه
- L_2 : طول نهایی
- ΔL : تغییر طول
- α : ضریب انبساط طولی
- ΔT : تغییر دما

انبساط سطحی

برای انبساط سطحی:

$$\Delta A = A_1 (\gamma \alpha) \Delta T$$

و:

$$A_2 = A_1 (1 + \gamma \alpha \Delta T)$$

انبساط حجمی

رابطه انبساط حجمی:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta T$$

و حجم نهایی:

$$V_2 = V_1 (1 + \beta \Delta T)$$

نکته مهم درباره چگالی

با افزایش دما و افزایش حجم ماده، چگالی می‌تواند کاهش پیدا کند. در پوستر رابطه زیر نیز ارائه شده است:

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$$

این رابطه یک تقریب برای تغییر چگالی در اثر انبساط حجمی است.

۳. گرمای مبادله‌شده

یکی از مهم‌ترین فرمول‌های گرما در فیزیک، رابطه گرمای مبادله‌شده برای تغییر دمای یک ماده است.

رابطه اصلی:

$$Q = mc\Delta\theta$$

در این رابطه:

- Q : گرمای مبادله‌شده
- m : جرم
- c : ظرفیت گرمایی ویژه

• $\Delta\theta$: تغییر دما

اگر دما افزایش پیدا کند، ماده گرما دریافت کرده و اگر دما کاهش پیدا کند، ماده گرما از دست می‌دهد.

گرمای مولی فلزات

در پوستر برای بسیاری از فلزات، گرمای مولی تقریباً برابر ۲۵ ژول بر مول و درجه سلسیوس در نظر گرفته شده است:

$$Q = n \times 25 \times \Delta\theta$$

در این رابطه n تعداد مول‌های ماده است.

نکته

رابطه $Q = mc\Delta\theta$ زمانی کاربرد دارد که ماده در طول فرآیند تغییر حالت ندهد و ظرفیت گرمایی ویژه آن در بازه موردنظر ثابت یا تقریباً ثابت در نظر گرفته شود.

۴. دمای تعادل

وقتی دو جسم با دماهای متفاوت با یکدیگر در تماس قرار می‌گیرند، در شرایط مناسب گرما از جسم گرم‌تر به جسم سردتر منتقل می‌شود تا به تعادل گرمایی برسند.

اصل مهم در مسائل تعادل گرمایی:

$$\sum q = 0$$

یعنی مجموع جبری گرمای مبادله‌شده در یک سامانه بسته برابر صفر است.

دو جسم ناهمجنس

برای دو جسم با جرم و ظرفیت گرمایی ویژه متفاوت:

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

که θ_e دمای تعادل است.

دو جسم همجنس

اگر دو جسم از یک ماده باشند و در نتیجه ظرفیت گرمایی ویژه آن‌ها یکسان باشد:

$$\theta_e = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2}{m_1 + m_2}$$

دو مایع همجنس

اگر دو مایع همجنس باشند و حجم آن‌ها به‌عنوان کمیت داده‌شده مورد استفاده قرار گیرد:

$$\theta_e = \frac{V_1 \theta_1 + V_2 \theta_2}{V_1 + V_2}$$

در تمام این روابط، فرض اصلی این است که تبادل گرما با محیط ناچیز باشد.

۵. تغییر حالت

هنگام تغییر حالت ماده، انرژی دریافت شده یا ازدست رفته می تواند بدون تغییر دما صرف تغییر حالت شود.

مهم ترین تغییر حالت های نمایش داده شده در پوستر عبارت اند از:

ذوب

در فرآیند ذوب:

$$Q = mL_F$$

انجماد

در فرآیند انجماد:

$$Q = -mL_F$$

تبخیر

برای تبخیر:

$$Q = mL_V$$

میعان

برای میعان:

$$Q = -mL_V$$

در این روابط:

• m : جرم ماده

• L_F : گرمای نهان ویژه ذوب

• L_V : گرمای نهان ویژه تبخیر

نکته مهم

در یک تغییر حالت خالص و در شرایط معمول، دمای ماده در طول تغییر حالت ثابت می ماند و انرژی مبادله شده به تغییر آرایش و برهم کنش ذرات مربوط می شود.

۶. انتقال حرارت

گرما می تواند به روش های مختلفی منتقل شود. یکی از روش های مهم، رسانش گرمایی است.

رابطه شار گرمایی یا نرخ انتقال گرما در رسانش:

$$H = \frac{Q}{t}$$

و برای یک صفحه یا میله با ضخامت L :

$$H = \frac{KA(T_H - T_L)}{L}$$

در این رابطه:

- H : آهنگ انتقال گرما
- Q : گرمای منتقل شده
- t : زمان
- K : ضریب رسانش گرمایی
- A : مساحت سطح
- L : ضخامت یا طول مسیر رسانش
- T_H : دمای سمت گرم
- T_L : دمای سمت سرد

نکته مهم

هرچه اختلاف دما بیشتر باشد، نرخ انتقال گرما بیشتر می شود و با افزایش ضخامت مسیر رسانش، نرخ انتقال گرما کاهش پیدا می کند. پوستر همچنین اشاره می کند که **همرفت و تابش** نیز از روش های انتقال حرارت هستند.

۷. قانون گازها

بخش پایانی پوستر به **قوانین گازها** و معادله حالت اختصاص دارد.

معادله حالت گاز کامل

رابطه اصلی:

$$PV = nRT$$

در این رابطه:

- P : فشار
- V : حجم
- n : تعداد مول
- R : ثابت عمومی گازها

• T: دمای مطلق بر حسب کلوین

مقدار ثابت گازها در SI تقریباً برابر است با:

$$R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

قانون کلی گازها

برای مقدار ثابتی از یک گاز:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

اگر مقدار گاز ثابت باشد، یعنی $n_1 = n_2$ ، رابطه به شکل زیر درمی آید:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

فشار ثابت

در فشار ثابت:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

بنابراین حجم گاز با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد.

حجم ثابت

در حجم ثابت:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

بنابراین فشار گاز با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد.

دمای ثابت

در دمای ثابت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

بنابراین فشار و حجم گاز با یکدیگر رابطه عکس دارند.

نکته مهم

در قوانین گازها، زمانی که دما در فرمولها ظاهر می شود، باید دمای مطلق بر حسب کلوین استفاده شود، نه دمای سلسیوس.

نکات مهم این پوستر در یک نگاه

برای مرور سریع، مهم‌ترین نکات این پوستر عبارت‌اند از:

- دمای کلوین از دمای سلسیوس با افزودن تقریباً 273 به دست می‌آید.
- بین مقیاس‌های مختلف دما می‌توان با روابط تبدیل مناسب جابه‌جا شد.
- با افزایش دمای ماده، ابعاد آن معمولاً افزایش می‌یابد.
- انبساط حرارتی می‌تواند به صورت طولی، سطحی یا حجمی بررسی شود.
- ضریب انبساط حجمی برای بسیاری از مواد همسانگرد تقریباً سه برابر ضریب انبساط طولی است.
- گرمای لازم برای تغییر دمای ماده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ به دست می‌آید.
- در مسائل تعادل گرمایی، مجموع جبری گرماهای مبادله‌شده صفر است.
- در تغییر حالت، از گرمای نهان استفاده می‌شود.
- در ذوب و تبخیر، ماده گرما دریافت می‌کند.
- در انجماد و میعان، ماده گرما از دست می‌دهد.
- در رسانش، نرخ انتقال گرما به اختلاف دما، مساحت و ضریب رسانش وابسته است.
- معادله حالت گاز کامل به صورت $PV = nRT$ است.
- در قوانین گازها باید دمای مطلق را بر حسب کلوین وارد کرد.
- در دمای ثابت، حاصل ضرب فشار و حجم ثابت است.
- در حجم ثابت، فشار با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد.
- در فشار ثابت، حجم با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد.

نمادها و یکاهای مهم

در پایین پوستر نمادهای مهم این بخش نیز معرفی شده‌اند:

- T : دما
- θ : دما بر حسب سلسیوس
- Q : گرما
- K : ضریب رسانش گرمایی
- A : مساحت
- L : طول یا ضخامت

- P : فشار
- V : حجم
- n : تعداد مول
- R : ثابت عمومی گازها
- α : ضریب انبساط طولی
- β : ضریب انبساط حجمی

بخش ۶: الکتریسیته ساکن

- بار الکتریکی
- قانون کولن
- میدان الکتریکی
- میدان الکتریکی ذره باردار
- تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی
- تغییرات انرژی پتانسیل در میدان یکنواخت
- اختلاف پتانسیل الکتریکی
- اختلاف پتانسیل در میدان یکنواخت
- چگالی سطحی بار

۱. بار الکتریکی

در این بخش رابطه محاسبه بار الکتریکی بر اساس تعداد ذرات باردار ارائه شده است.

فرمول اصلی بار الکتریکی:

$$q = \pm ne$$

که در آن:

- q بار الکتریکی بر حسب کولن (C) است.
- n تعداد صحیح و بدون واحد است.
- e بار بنیادی الکتریکی است.

بار بنیادی:

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

علامت مثبت یا منفی بار به نوع ذره یا جسم باردار بستگی دارد.

نکته مهم: بار الکتریکی کوانتیده است؛ یعنی مقدار بار یک جسم می‌تواند به صورت مضرب صحیحی از بار بنیادی بیان شود.

۲. قانون کولن

قانون کولن برای محاسبه نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای استفاده می‌شود.

فرمول قانون کولن:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

ثابت کولن:

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

همچنین می‌توان ثابت کولن را به صورت زیر نوشت:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

در این رابطه:

- F اندازه نیروی الکتریکی است.
- q_1 و q_2 بارهای الکتریکی هستند.
- r فاصله بین دو بار است.
- k ثابت کولن است.

نکته مهم: نیروی الکتریکی با حاصل ضرب اندازه بارها متناسب و با مربع فاصله بین آن‌ها نسبت عکس دارد.

۳. میدان الکتریکی

میدان الکتریکی بیان‌کننده اثر الکتریکی یک بار در فضای اطراف آن است.

تعریف میدان الکتریکی:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

در این رابطه:

- E میدان الکتریکی است.
- F نیروی الکتریکی وارد بر بار آزمون است.
- q_0 بار آزمون است.

واحد میدان الکتریکی:

$$[E] = \frac{N}{C}$$

نکته: جهت میدان الکتریکی در هر نقطه، همان جهت نیروی وارد بر یک بار آزمون مثبت در آن نقطه است.

۴. میدان الکتریکی ذره باردار

برای محاسبه اندازه میدان الکتریکی ایجادشده توسط یک بار نقطه‌ای در فاصله r از آن، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$E = k \frac{|q|}{r^2}$$

در این رابطه:

- E اندازه میدان الکتریکی است.
- q مقدار بار ایجادکننده میدان است.

- فاصله نقطه موردنظر از بار است.

- ثابت کولن است.

نکته مهم: اندازه میدان الکتریکی با مقدار بار نسبت مستقیم و با مربع فاصله نسبت عکس دارد.

۵. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به اختلاف انرژی پتانسیل بین حالت نهایی و اولیه مربوط است.

رابطه تغییر انرژی پتانسیل:

$$\Delta U = U_f - U_i = -W_e$$

در این رابطه:

- ΔU تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی است.

- U_i انرژی پتانسیل در حالت اولیه است.

- U_f انرژی پتانسیل در حالت نهایی است.

- W_e کار نیروی الکتریکی است.

نکته مهم: اگر میدان الکتریکی روی ذره کار مثبت انجام دهد، انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش پیدا می‌کند و برعکس.

۶. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان یکنواخت

در یک میدان الکتریکی یکنواخت، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به مقدار بار، شدت میدان، جابه‌جایی و زاویه بین میدان و جابه‌جایی بستگی دارد.

رابطه اصلی:

$$\Delta U_e = -qEd \cos \theta$$

در این رابطه:

- q بار الکتریکی است.

- E شدت میدان الکتریکی است.

- d اندازه جابه‌جایی است.

- θ زاویه بین میدان الکتریکی و جابه‌جایی است.

نکته مهم: علامت منفی در این رابطه نشان می‌دهد که تغییر انرژی پتانسیل با کار نیروی الکتریکی رابطه معکوس دارد.

۷. اختلاف پتانسیل الکتریکی

اختلاف پتانسیل الکتریکی از تقسیم تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بر بار به دست می‌آید.

فرمول اختلاف پتانسیل:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

همچنین برای دو نقطه A و B:

$$V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q}$$

واحد اختلاف پتانسیل، ولت (V) است.

نکته مهم: اختلاف پتانسیل به ازای هر واحد بار، بیانگر تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی است.

۸. اختلاف پتانسیل در میدان یکنواخت

در میدان الکتریکی یکنواخت، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه با شدت میدان، فاصله و زاویه بین میدان و جابه‌جایی مرتبط است.

فرمول اصلی:

$$\Delta V = -|E|d \cos \theta$$

اگر جابه‌جایی در راستای میدان باشد:

$$\theta = 0^\circ$$

$$\Delta V = -Ed$$

اگر جابه‌جایی عمود بر میدان باشد:

$$\theta = 90^\circ$$

$$\Delta V = 0$$

نکته مهم: در امتداد خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل تغییر می‌کند؛ اما در جابه‌جایی عمود بر میدان یکنواخت، اختلاف پتانسیل صفر است.

۹. چگالی سطحی بار

چگالی سطحی بار نشان می‌دهد چه مقدار بار الکتریکی روی واحد سطح یک رسانا توزیع شده است.

فرمول چگالی سطحی بار:

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

واحد چگالی سطحی بار:

$$[\sigma] = \frac{C}{m^2}$$

در این رابطه:

• σ چگالی سطحی بار است.

• q بار الکتریکی است.

- A مساحت سطح است.

نکته مهم: در رساناهای دارای شکل نامنظم، توزیع بار روی سطح لزوماً یکنواخت نیست و در قسمت‌هایی که انحنا یا نوک تیز بیشتری دارند، چگالی سطحی بار می‌تواند بیشتر باشد.

نتیجه و تنظیم: محمد خالدي پنا

بخش ۷: خازن و مقاومت

- ظرفیت خازن در مدار
- ظرفیت خازن با دی الکتریک
- انرژی ذخیره شده در خازن
- مقاومت الکتریکی
- مقاومت کربنی و کد رنگی
- رابطه مقاومت با دما
- انرژی الکتریکی مصرفی
- توان الکتریکی مصرفی
- مقاومت معادل مدار سری
- مقاومت معادل مدار موازی

۱. ظرفیت خازن در مدار

ظرفیت خازن چیست؟

ظرفیت خازن نشان می دهد یک خازن در برابر اختلاف پتانسیل مشخص، چه مقدار بار الکتریکی می تواند ذخیره کند. رابطه اصلی ظرفیت خازن برابر است با:

$$C = \frac{Q}{V}$$

C: Capacitance (F)
Q: Stored charge (C)
V: Potential difference (V)

در پوستر همچنین واحد ظرفیت خازن نیز مشخص شده است:

$$1 \text{ F} = 1 \frac{\text{C}}{\text{V}} \quad \text{Farad} = \text{Coulomb} / \text{Volt}$$

بنابراین هرچه خازن بتواند برای یک اختلاف پتانسیل مشخص، بار بیشتری ذخیره کند، ظرفیت آن بیشتر است.

۲. ظرفیت خازن با دی الکتریک

برای یک خازن تخت و موازی که بین صفحات آن ماده دی الکتریک قرار گرفته باشد، ظرفیت خازن از رابطه زیر به دست می آید:

$$C = k \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

C: Capacitance (F)
k: Dielectric constant
 ϵ_0 : Vacuum permittivity
A: Plate area (m^2)
d: Plate separation (m)

ثابت گذردهی الکتریکی خلأ در پوستر نیز آورده شده است:

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \quad \text{Vacuum permittivity}$$

نکته مهم: افزایش مساحت صفحات باعث افزایش ظرفیت خازن می شود، در حالی که افزایش فاصله بین صفحات باعث کاهش ظرفیت خواهد شد. وجود دی الکتریک با ضریب k نیز ظرفیت را نسبت به حالت خلأ افزایش می دهد.

۳. انرژی ذخیره‌شده در خازن

خازن علاوه بر ذخیره بار، می‌تواند انرژی الکتریکی را نیز در خود ذخیره کند. انرژی ذخیره‌شده در خازن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$U_C = \frac{1}{2} CV^2$$

U_C : Stored electrical energy (J)
 C : Capacitance (F)
 V : Potential difference (V)

دو شکل دیگر همین رابطه نیز در پوستر آمده است:

$$U_C = \frac{1}{2} QV \quad U_C = \frac{Q^2}{2C}$$

Equivalent forms of capacitor energy

بنابراین بسته به داده‌های مسئله، می‌توان از مناسب‌ترین شکل رابطه انرژی استفاده کرد.

۴. مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی میزان مخالفت یک رسانا با عبور جریان الکتریکی است. در پوستر دو رابطه مهم برای مقاومت آمده است:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad R = \frac{V}{I}$$

R : Resistance (Ω)
 ρ : Resistivity ($\Omega \cdot m$)
 L : Conductor length (m)
 A : Cross-sectional area (m^2)
 V : Potential difference (V)
 I : Current (A)

رابطه

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

نشان می‌دهد مقاومت به جنس ماده، طول رسانا و سطح مقطع آن وابسته است.

$$R = \frac{V}{I}$$

همچنین رابطه‌ی

ارتباط بین مقاومت، اختلاف پتانسیل و جریان را نشان می‌دهد.

۵. مقاومت کربنی و کد رنگی

در مقاومت‌های کربنی، مقدار مقاومت معمولاً با استفاده از نوارهای رنگی مشخص می‌شود. در پوستر، دو رقم اول و توان ده مربوط به نوار سوم در قالب رابطه زیر خلاصه شده‌اند:

$$R = ab \times 10^n \Omega$$

a : First color digit
 b : Second color digit
 n : Multiplier exponent
 R : Resistance value (Ω)

برای مثال اگر دو رقم اول مقاومت ۴۷ و ضریب آن 10^2 باشد:

$$R = 47 \times 10^2 = 4700 \Omega = 4.7 k\Omega$$

نکته: در مقاومت‌های چندنواره، نوارهای بیشتری می‌توانند برای رقم‌های معنادار بیشتر، ضریب، تolerانس و ضریب دمایی استفاده شوند؛ بنابراین برای خواندن دقیق یک مقاومت باید تعداد نوارها و نوع کد رنگی آن نیز در نظر گرفته شود.

۶. رابطه مقاومت با دما

مقدار مقاومت برخی رساناها با تغییر دما تغییر می‌کند. رابطه این تغییر در پوستر به صورت زیر ارائه شده است:

$$\Delta R: \text{Resistance change } (\Omega)$$

$$\alpha: \text{Temperature coefficient } (1/^{\circ}\text{C})$$

$$R_1: \text{Initial resistance } (\Omega)$$

$$R_2: \text{Final resistance } (\Omega)$$

$$\Delta T: \text{Temperature change } (^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta R = \alpha R_1 \Delta T \quad R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta T)$$

در بسیاری از فلزات، با افزایش دما مقاومت افزایش پیدا می‌کند؛ به همین دلیل مقدار α برای چنین موادی مثبت است.

۷. انرژی الکتریکی مصرفی

انرژی مصرف‌شده در یک وسیله الکتریکی را می‌توان با استفاده از توان و زمان یا با جایگذاری قانون اهم به شکل‌های مختلف محاسبه کرد.

فرمول‌های موجود در پوستر:

$$U: \text{Electrical energy (J)}$$

$$R: \text{Resistance } (\Omega)$$

$$I: \text{Current (A)}$$

$$V: \text{Potential difference (V)}$$

$$t: \text{Time (s)}$$

$$U = RI^2 t \quad U = VIt \quad U = \frac{V^2}{R} t$$

این روابط از ترکیب رابطه توان با قانون اهم به دست می‌آیند و در مسائل مربوط به مصرف انرژی وسایل الکتریکی کاربرد زیادی دارند.

۸. توان الکتریکی مصرفی

توان الکتریکی، سرعت مصرف یا انتقال انرژی الکتریکی است. در پوستر سه رابطه مهم برای توان آمده است:

$$P: \text{Electrical power (W)}$$

$$R: \text{Resistance } (\Omega)$$

$$I: \text{Current (A)}$$

$$V: \text{Potential difference (V)}$$

$$P = RI^2 \quad P = VI \quad P = \frac{V^2}{R}$$

انتخاب رابطه مناسب به اطلاعات مسئله بستگی دارد. اگر V و I داده شده باشند، استفاده از $P=VI$ ساده‌ترین گزینه است؛ در صورت داشتن I و R ، رابطه $P=RI^2$ و در صورت داشتن V و R ، رابطه $P=\frac{V^2}{R}$ کاربرد دارد. این روابط برای توان مصرفی مقاومت‌ها نیز استفاده می‌شوند.

۹. مقاومت معادل مدار سری

وقتی چند مقاومت به صورت سری به یکدیگر متصل باشند، مقاومت معادل برابر مجموع مقاومت‌های مدار است:

$$R_t: \text{Equivalent resistance } (\Omega)$$

$$R_1, R_2, \dots, R_n: \text{Series resistances } (\Omega)$$

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

در مدار سری، جریان عبوری از تمام مقاومت‌ها یکسان است:

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad \text{Same current through all series resistors}$$

و اختلاف پتانسیل کل بین مقاومت‌ها تقسیم می‌شود:

$$V_t = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad \text{Total voltage} = \text{sum of voltage drops}$$

۱۰. مقاومت معادل مدار موازی

برای مقاومت‌هایی که به صورت موازی متصل شده‌اند، رابطه مقاومت معادل به صورت زیر است:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \begin{array}{l} R_t: \text{Equivalent resistance } (\Omega) \\ R_1, R_2, \dots, R_n: \text{Parallel resistances } (\Omega) \end{array}$$

برای دو مقاومت موازی، رابطه ساده‌تر زیر بسیار پرکاربرد است:

$$R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{Equivalent resistance of two parallel resistors}$$

در مدار موازی، اختلاف پتانسیل دو سر تمام شاخه‌ها برابر است:

$$V = V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad \text{Same voltage across all parallel branches}$$

در مقابل، جریان کل بین شاخه‌های مختلف تقسیم می‌شود:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad \text{Total current} = \text{sum of branch currents}$$

نکات مهم این پوستر

۱. ظرفیت خازن از نسبت بار ذخیره‌شده به اختلاف پتانسیل به دست می‌آید.

۲. در خازن تخت، افزایش سطح صفحات A ظرفیت را افزایش و افزایش فاصله صفحات d ظرفیت را کاهش می‌دهد.

۳. انرژی خازن را می‌توان با سه رابطه معادل محاسبه کرد؛ انتخاب رابطه به داده‌های مسئله بستگی دارد.

۴. مقاومت یک رسانا به طول، سطح مقطع و جنس آن وابسته است.

۵. در مقاومت‌های رنگی، رنگ نوارها برای تعیین مقدار مقاومت استفاده می‌شود.

۶. مقاومت بسیاری از رساناهای فلزی با افزایش دما افزایش می‌یابد.

۷. توان الکتریکی نرخ مصرف انرژی است و واحد آن وات W است.

۸. در مدار سری، جریان یکسان و ولتاژ تقسیم می‌شود.

۹. در مدار موازی، ولتاژ یکسان و جریان تقسیم می‌شود.

۱۰. مقاومت معادل مدار سری از تک‌تک مقاومت‌ها بزرگ‌تر است، در حالی که مقاومت معادل مدار موازی از کوچک‌ترین مقاومت مدار بیشتر

نیست.

بخش ۸: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

- شدت جریان متوسط
- جریان در مدار تک حلقه
- اختلاف پتانسیل دو سر مولد
- توان کل مولد
- توان تلف شده در مقاومت داخلی مولد
- توان خروجی مفید مولد
- بازده مولد

۱. شدت جریان متوسط

در اولین بخش از فرمول های جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم، تعریف شدت جریان متوسط و جریان لحظه ای ارائه شده است.

فرمول شدت جریان متوسط

$$I_{avg} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

I_{avg} : Average current (A)
 Δq : Change in electric charge (C)
 Δt : Time interval (s)

I_{avg} شدت جریان متوسط بر حسب آمپر

Δq مقدار تغییر بار الکتریکی بر حسب کولن

Δt مدت زمان تغییر بار بر حسب ثانیه

جریان لحظه ای

$$I = \frac{dq}{dt}$$

I : Instantaneous current (A)
 dq : Infinitesimal electric charge (C)
 dt : Infinitesimal time interval (s)

I : شدت جریان لحظه ای بر حسب آمپر

dq : تغییر بسیار کوچک بار الکتریکی

dt : بازه زمانی بسیار کوچک

واحد شدت جریان الکتریکی در دستگاه SI، آمپر (A) است.

۲. جریان در مدار تک حلقه

$$I = \frac{\sum \varepsilon - \sum \varepsilon'}{\sum R + \sum r}$$

I : Circuit current (A)
 ε : Driving emf (V)
 ε' : Opposing emf (V)
 R : External resistance (Ω)
 r : Internal resistance (Ω)

در مدارهای تک حلقه، جریان مدار به مجموع نیروی محرکه‌ها، نیروی محرکه‌های مخالف و مقاومت‌های موجود در مدار وابسته است.

جریان مدار تک حلقه

I : شدت جریان مدار

$\mathcal{E}$: نیروی محرکه الکتریکی در جهت حرکت جریان

$\mathcal{E}'$: نیروی محرکه مخالف

R : مقاومت‌های خارجی مدار

r : مقاومت‌های داخلی مولدها این رابطه در واقع نتیجه به کارگیری قانون حلقه برای یک مدار تک حلقه است؛ در صورت وجود چند مولد، علامت هر نیروی محرکه باید بر اساس جهت انتخاب شده برای گردش در حلقه تعیین شود.

۳. اختلاف پتانسیل دو سر مولد

یکی از مهم‌ترین روابط فرمول‌های جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم، رابطه بین نیروی محرکه مولد، جریان و مقاومت داخلی آن است.

ولتاژ دو سر مولد

V : Terminal voltage (V)

$\mathcal{E}$: Electromotive force (V)

$$V = \mathcal{E} - Ir$$

I : Current (A)

r : Internal resistance (Ω)

V : اختلاف پتانسیل دو سر مولد

$\mathcal{E}$: نیروی محرکه الکتریکی مولد

I : شدت جریان عبوری

r : مقاومت داخلی مولد

وقتی مولد در حال تأمین جریان است، بخشی از نیروی محرکه آن در مقاومت داخلی مصرف می‌شود؛ بنابراین ولتاژ پایانه‌ای از نیروی محرکه کمتر است. این رابطه در منابع آموزشی معتبر نیز به عنوان رابطه ولتاژ پایانه‌ای مولد واقعی بیان شده است.

۴. توان کل مولد

P_t : Total power generated (W)

$$P_t = \mathcal{E}I$$

$\mathcal{E}$: Electromotive force (V)

I : Current (A)

توان کل مولد بیان می‌کند مولد در هر واحد زمان چه مقدار انرژی الکتریکی را به مدار منتقل می‌کند.

توان کل مولد

P_t : توان کل تولیدشده توسط مولد

$\mathcal{E}$: نیروی محرکه الکتریکی

I : شدت جریان

واحد توان در دستگاه SI، وات (W) است.

۵. توان تلفشده در مقاومت داخلی مولد

P_r : Power dissipated in internal resistance (W)

$P_r = rI^2$ r : Internal resistance (Ω)

I : Current (A)

مقاومت داخلی مولد باعث می‌شود بخشی از انرژی الکتریکی در داخل مولد به شکل گرما تلف شود.

توان تلفشده در مقاومت داخلی

P_r : توان تلفشده در مقاومت داخلی

r : مقاومت داخلی مولد

I : شدت جریان عبوری از مولد

این رابطه نشان می‌دهد با افزایش جریان، اتلاف توان در مقاومت داخلی با مجذور جریان افزایش می‌یابد.

۶. توان خروجی مفید مولد

توان خروجی مفید، بخشی از توان کل مولد است که به مدار خارجی تحویل داده می‌شود.

رابطه توان الکتریکی

P : Electrical power (W)

$P = VI$ V : Terminal voltage (V)

I : Current (A)

P : توان الکتریکی

V : اختلاف پتانسیل دو سر مصرف‌کننده یا مولد

I : شدت جریان

توان خروجی مفید مولد

P_R : Useful output power (W)

$\mathcal{E}$: Electromotive force (V)

$P_R = \mathcal{E}I - rI^2$ I : Current (A)

r : Internal resistance (Ω)

P_R : توان مفید تحویلی به مدار خارجی

$\mathcal{E}I$: توان کل مولد

rI^2 : توان تلف شده در مقاومت داخلی

در نتیجه، توان مفید مولد برابر است با توان کل تولید شده منهای توان تلف شده در مقاومت داخلی.

۷. بازده مولد

$$\eta = \frac{V}{\mathcal{E}} = \frac{R_t}{R_t + r}$$

η : Generator efficiency
 V : Terminal voltage (V)
 $\mathcal{E}$: Electromotive force (V)
 R_t : External resistance (Ω)
 r : Internal resistance (Ω)

آخرین بخش پوستر به بازده مولد اختصاص دارد. بازده نشان می دهد چه نسبتی از توان کل مولد به توان مفید خروجی تبدیل می شود.

بازده مولد

η : بازده مولد

V : ولتاژ دو سر مولد

$\mathcal{E}$: نیروی محرکه مولد

R_t : مقاومت خارجی مدار

r : مقاومت داخلی مولد

در پوستر همچنین محدوده بازده به صورت زیر نشان داده شده است:

$$0 \leq \eta < 1$$

هرچه مقاومت داخلی r نسبت به مقاومت خارجی

کوچک تر باشد، سهم بیشتری از توان مولد به مدار خارجی منتقل می شود. در مدل ساده مولد واقعی نیز کاهش ولتاژ پایانه ای به دلیل افت Ir و اثر مقاومت داخلی بر توان خروجی توضیح داده می شود.

نکات مهم این پوستر

- جریان الکتریکی نرخ عبور بار الکتریکی از یک مقطع است.
- در یک مولد واقعی، مقاومت داخلی r باعث افت ولتاژ داخلی می شود.
- رابطه اصلی ولتاژ پایانه ای مولد برابر $V = \mathcal{E} - Ir$ است.
- توان کل مولد برابر $\mathcal{E}I$ و توان تلف شده در مقاومت داخلی برابر است.
- توان مفید خروجی از تفاضل توان کل و توان تلف شده به دست می آید.

- با کاهش مقاومت داخلی، معمولاً توان قابل تحویل و بازده مولد افزایش می‌یابد.
- در مدارهای چندمولدی، علامت نیروهای محرکه باید با توجه به جهت پیمایش حلقه تعیین شود.

نتیجه و تنظیم: محمد خالدي پنا

بخش ۹: مغناطیس

- نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک
- نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان
- اندازه میدان مغناطیسی در مرکز حلقه
- اندازه میدان مغناطیسی در مرکز سیم‌لوله

۱. نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک

یکی از مهم‌ترین روابط این بخش، محاسبه اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر یک بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی است. این نیرو به مقدار بار، سرعت ذره، شدت میدان مغناطیسی و زاویه بین سرعت و میدان بستگی دارد.

فرمول

$$F = |q|vB \sin \theta$$

F : Magnetic force (N)
 q : Electric charge (C)
 v : Particle speed (m/s)
 B : Magnetic field (T)
 θ : Angle between $\vec{v}$ and $\vec{B}$

توضیح نمادها

- F : نیروی مغناطیسی بر حسب نیوتن
- q : بار الکتریکی بر حسب کولن
- v : سرعت ذره بر حسب متر بر ثانیه
- B : شدت میدان مغناطیسی بر حسب تسلا
- θ : زاویه بین بردار سرعت و میدان مغناطیسی

نکته مهم

نیروی مغناطیسی بر مسیر حرکت بار عمود است و جهت آن با قاعده دست راست تعیین می‌شود. برای بار مثبت، جهت نیرو از قاعده دست راست به دست می‌آید و برای بار منفی، جهت نیرو برعکس می‌شود. میدان مغناطیسی به یک بار ساکن نیروی مغناطیسی وارد نمی‌کند. از رابطه بالا می‌توان دو حالت مهم را نیز نتیجه گرفت:

- اگر $\theta = 0^\circ$ یا 180° باشد، نیروی مغناطیسی صفر است.
- اگر $\theta = 90^\circ$ باشد، نیروی مغناطیسی بیشینه می‌شود.

۲. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

وقتی یک سیم حامل جریان درون یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، به سیم نیروی مغناطیسی وارد می‌شود. مقدار این نیرو به جریان، طول سیم، میدان مغناطیسی و زاویه بین سیم و میدان بستگی دارد.

فرمول

$$F = IlB \sin \theta$$

F :Magnetic force (N)
 I :Electric current (A)
 l :Wire length (m)
 B :Magnetic field (T)
 θ :Angle between current direction and $\vec{B}$

توضیح نمادها

- F : نیروی مغناطیسی بر حسب نیوتن
- I : شدت جریان الکتریکی بر حسب آمپر
- l : طول سیم در میدان بر حسب متر
- B : شدت میدان مغناطیسی بر حسب تسلا
- θ : زاویه بین جهت جریان و میدان مغناطیسی

برای یک سیم مستقیم در میدان مغناطیسی یکنواخت، این رابطه از نیروی وارد بر بارهای متحرک داخل رسانا به دست می‌آید. جهت نیرو نیز با قاعده دست راست تعیین می‌شود.

اگر سیم و میدان بر هم عمود باشند، یعنی

$$\theta = 90^\circ$$

، رابطه ساده می‌شود:

$$F = IlB$$

بنابراین در حالت عمود بودن سیم و میدان، نیروی مغناطیسی بیشترین مقدار خود را دارد.

۳. اندازه میدان مغناطیسی در مرکز حلقه

عبور جریان الکتریکی از یک حلقه دایره‌ای باعث ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود. در مرکز یک حلقه دایره‌ای، میدان مغناطیسی رابطه ساده‌ای با شدت جریان و شعاع حلقه دارد.

فرمول

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{2R}$$

B :Magnetic field at the center (T)
 μ :Permeability of free space (T·m/A)
 N :Number of turns
 I :Electric current (A)
 R :Loop radius (m)

توضیح نمادها

• B : میدان مغناطیسی در مرکز حلقه بر حسب تسلا

• μ_0 : تراوایی مغناطیسی خلأ

• N : تعداد دورهای حلقه

• I : شدت جریان الکتریکی بر حسب آمپر

• R : شعاع حلقه بر حسب متر

در حالت یک حلقه، $N=1$ است و رابطه به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2R}$$

بنابراین افزایش جریان یا تعداد دورها باعث افزایش میدان مغناطیسی در مرکز حلقه می‌شود؛ در حالی که افزایش شعاع حلقه، میدان مرکز را کاهش می‌دهد. رابطه میدان در مرکز حلقه نیز در منابع آموزشی استاندارد فیزیک به همین صورت ارائه شده است.

جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه با قاعده دست راست مشخص می‌شود؛ انگشت شست جهت میدان را نشان می‌دهد و خم شدن انگشتان جهت جریان را مشخص می‌کند.

۴. اندازه میدان مغناطیسی در مرکز سیم‌لوله

سیم‌لوله یا **Solenoid** مجموعه‌ای از دورهای سیم است که به صورت پیوسته در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. در یک سیم‌لوله بلند، میدان مغناطیسی در ناحیه داخلی تقریباً یکنواخت است.

فرمول

B: Magnetic field inside the solenoid (T)

μ : Permeability of free space (T·m/A)

N: Number of turns

I: Electric current (A)

l: Solenoid length (m)

$$B = \frac{\mu \cdot N I}{l}$$

توضیح نمادها

• B : میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله بر حسب تسلا

• μ_0 : تراوایی مغناطیسی خلأ

• N : تعداد دورهای سیم‌لوله

• I : شدت جریان الکتریکی بر حسب آمپر

• l : طول سیم‌لوله بر حسب متر

اگر چگالی دورها را با n نشان دهیم:

$$\boxed{n = \frac{N}{l}} \quad \begin{array}{l} n: \text{Number of turns per unit length (m}^{-1}\text{)} \\ N: \text{Number of turns} \\ l: \text{Solenoid length (m)} \end{array}$$

در نتیجه رابطه میدان سیم‌لوله به شکل متداول زیر نیز نوشته می‌شود:

$$\boxed{B = \mu \cdot nI}$$

این رابطه برای سیم‌لوله بلند و در ناحیه داخلی آن کاربرد دارد. میدان داخل سیم‌لوله در بخش مرکزی تقریباً یکنواخت است و نزدیک انتهای سیم‌لوله اثرات لبه اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند.

نکات مهم این پوستر

- در فرمول‌های مغناطیس و نیروی مغناطیسی چند نکته کلیدی برای حل مسائل و مرور سریع اهمیت زیادی دارند:

۱. نیروی مغناطیسی به زاویه وابسته است

در رابطه نیروی وارد بر بار:

$$F = |q|vB \sin \theta$$

هرچه $\sin \theta$ بزرگ‌تر باشد، نیروی مغناطیسی بیشتر است.

۲. نیروی مغناطیسی بر بار ساکن صفر است

برای بار ساکن، $v=0$ است و در نتیجه نیروی مغناطیسی وارد بر آن صفر خواهد بود.

۳. نیروی مغناطیسی بر سیم به جریان وابسته است

در رابطه:

$$F = IlB \sin \theta$$

افزایش جریان I ، طول سیم l یا میدان B باعث افزایش نیروی مغناطیسی می‌شود؛ البته زاویه نیز باید در نظر گرفته شود.

۴. میدان حلقه با تعداد دورها افزایش پیدا می‌کند

در رابطه میدان مرکز حلقه:

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{2R}$$

افزایش N و I میدان را افزایش می‌دهد، در حالی که افزایش R باعث کاهش میدان می‌شود.

۵. میدان سیم‌لوله به جگالی دورها وابسته است

با استفاده از:

$$n = \frac{N}{l}$$

می‌توان رابطه میدان سیم‌لوله را به صورت زیر نوشت:

$$B = \mu \cdot nI$$

بنابراین هرچه تعداد دورها در واحد طول بیشتر باشد، میدان مغناطیسی داخلی سیم‌لوله نیز بیشتر خواهد بود.

جمع‌بندی

پوستر فرمول‌های مغناطیس و نیروی مغناطیسی چهار رابطه مهم و پرکاربرد را در یک صفحه جمع‌بندی می‌کند:

۱. نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک

۲. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

۳. میدان مغناطیسی در مرکز حلقه جریان

۴. میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله

این مجموعه برای مرور قبل از امتحان، جمع‌بندی فصل مغناطیس، حل سریع مسائل و یادآوری فرمول‌های کلیدی مناسب است و با استفاده از تصاویر و روابط خلاصه، ارتباط بین جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی و نیروی مغناطیسی را ساده‌تر می‌کند.

بخش ۱۰: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

- شار مغناطیسی
- قانون فاراده و نیروی محرکه القایی
- ضریب خودالقایی
- انرژی القاگر
- جریان متناوب
- نیروی محرکه القایی متناوب
- ترانسفورماتور

۱. شار مغناطیسی

شار مغناطیسی کمیتی است که میزان عبور میدان مغناطیسی از یک سطح را بیان می‌کند. طبق پوستر، برای یک میدان یکنواخت رابطه شار مغناطیسی به شکل زیر است :

در این رابطه، شار مغناطیسی به شدت میدان مغناطیسی، مساحت سطح و زاویه قرارگیری سطح نسبت به میدان وابسته است.

توضیح نمادها:

Φ :Magnetic flux (Wb)

B :Magnetic field magnitude (T)

$$\Phi = BA \sin \theta$$

A :Surface area of the loop(m^2)

θ :Angle between the magnetic field and the surface

- Φ : شار مغناطیسی، بر حسب وبر
- B : اندازه میدان مغناطیسی، بر حسب تسلا
- A : مساحت سطح حلقه، بر حسب مترمربع
- θ : زاویه بین میدان مغناطیسی و سطح

نکته: در این پوستر زاویه مطابق شکل با خود سطح تعریف شده، بنابراین از

$$\sin \theta$$

استفاده شده است. اگر زاویه با خط عمود بر سطح تعریف شود، رابطه به شکل

$$BA \cos \theta$$

نوشته می‌شود.

۲. قانون فاراده و نیروی محرکه القایی

قانون فاراده بیان می‌کند که تغییر شار مغناطیسی در یک سیم‌پیچ باعث ایجاد نیروی محرکه القایی می‌شود. هرچه تغییر شار در مدت زمان کوتاه‌تری اتفاق بیفتد، مقدار نیروی محرکه القایی بیشتر خواهد بود.

ε :Induced electromotive force (V)

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

N :Number of turns

$\Delta \Phi$:Change in magnetic flux (Wb)

Δt :Time interval (s)

توضیح نمادها :

• $\mathcal{E}$: نیروی محرکه القایی، بر حسب ولت

• N : تعداد دور سیم‌پیچ

• $\Delta\Phi$: تغییر شار مغناطیسی

• Δt : بازه زمانی تغییر شار

علامت منفی در قانون فاراده با قانون لنز ارتباط دارد و جهت جریان القایی را مشخص می‌کند؛ یعنی اثر القایی با تغییر شار ایجادکننده آن مخالفت می‌کند.

۳. ضریب خودالقایی

برای یک سیم‌پیچ بلند یا سلونوئید، ضریب خودالقایی به تعداد دورها، مساحت مقطع و طول سیم‌پیچ وابسته است:

$$L = \frac{\mu \cdot N^2 A}{l}$$

L : Self-inductance (H)
 μ : Permeability of free space (T.m/A)
 N : Number of turns
 A : Cross-sectional area (m^2)
 l : Length of the solenoid (m)

توضیح نمادها :

• L : ضریب خودالقایی، بر حسب هنری

• μ_0 : تراوایی مغناطیسی خلأ

• N : تعداد دور سیم‌پیچ

• A : مساحت سطح مقطع سیم‌پیچ

• l : طول سیم‌پیچ

افزایش تعداد دورها باعث افزایش قابل توجه ضریب خودالقایی می‌شود، زیرا N در رابطه به توان دوم رسیده است. مفهوم خودالقایی نیز با مخالفت سیم‌پیچ در برابر تغییر جریان مرتبط است.

۴. انرژی القاگر

القاگر می‌تواند انرژی را در میدان مغناطیسی خود ذخیره کند. انرژی ذخیره شده در یک القاگر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$U = \frac{1}{2} L I^2$$

U : Stored magnetic energy (J)
 L : Inductance (H)
 I : Current (A)

توضیح نمادها :

• U : انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی، بر حسب ژول

• L : ضریب خودالقایی، بر حسب هانری

• I : جریان الکتریکی، بر حسب آمپر

از رابطه مشخص است که انرژی با ضریب خودالقایی متناسب است و با مجذور جریان افزایش می‌یابد.

۵. جریان متناوب

در جریان متناوب، جهت و مقدار جریان با زمان تغییر می‌کند. در پوستر، جریان متناوب به صورت یک تابع سینوسی نمایش داده شده است:

$$I = I_m \sin\left(\frac{\omega t}{T}\right)$$

I : Instantaneous current (A)
 I_m : Maximum current (A)
 T : Period (s)
 t : Time (s)

فرکانس زاویه‌ای نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

ω : Angular frequency (rad/s)
 T : Period (s)

توضیح نمادها :

• I : جریان لحظه‌ای

• I_m : بیشینه جریان

• T : دوره تناوب

• t : زمان

• ω : فرکانس زاویه‌ای

۶. نیروی محرکه القایی متناوب

وقتی شار مغناطیسی به صورت تناوبی تغییر کند، نیروی محرکه القایی نیز می‌تواند به شکل سینوسی تغییر کند:

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\left(\frac{\omega t}{T}\right)$$

ε : Instantaneous induced emf (V)
 ε_m : Maximum induced emf (V)
 T : Period (s)
 t : Time (s)

توضیح نمادها :

• ε : نیروی محرکه القایی لحظه‌ای

• ε_m : بیشینه نیروی محرکه القایی

• T : دوره تناوب

• t : زمان

۷. ترانسفورماتور

ترانسفورماتور با استفاده از القای الکترومغناطیسی می‌تواند ولتاژ جریان متناوب را افزایش یا کاهش دهد. نسبت ولتاژها با نسبت تعداد دور سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه مرتبط است

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

V_p : Primary voltage (V)
 V_s : Secondary voltage (V)
 N_p : Number of primary turns
 N_s : Number of secondary turns

توضیح نمادها :

- V_1 : ولتاژ اولیه
- V_2 : ولتاژ ثانویه
- N_1 : تعداد دور سیم‌پیچ اولیه
- N_2 : تعداد دور سیم‌پیچ ثانویه

برای ترانسفورماتور ایده‌آل، توان ورودی و خروجی برابر در نظر گرفته می‌شود:

$$P_1 = P_2$$

P_1 : Primary input power (W)
 P_2 : Secondary output power (W)

همچنین نسبت جریان‌ها در ترانسفورماتور ایده‌آل به صورت زیر است:

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

I_p : Primary current (A)
 I_s : Secondary current (A)
 N_p : Number of primary turns
 N_s : Number of secondary turns

در نتیجه اگر تعداد دور سیم‌پیچ ثانویه بیشتر از اولیه باشد، ترانسفورماتور **افزاینده ولتاژ** و اگر تعداد دور ثانویه کمتر باشد، **کاهنده ولتاژ** خواهد بود.

جمع‌بندی

فرمول‌های القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب مجموعه‌ای از روابط مهم برای مرور سریع مباحث شار مغناطیسی، قانون فاراد، خودالقایی، انرژی القاگر، جریان متناوب و ترانسفورماتور هستند.

این پوستر به جای ارائه فرمول‌ها به صورت پراکنده، روابط را همراه با **نمادها، واحدها، نمودارها و تصاویر آموزشی** کنار یکدیگر قرار می‌دهد تا برای مرور قبل از امتحان، جمع‌بندی و حل تمرین کاربردی باشد.

اگر هدف شما مرور سریع مباحث الکترومغناطیس است، این پوستر می‌تواند در کنار کتاب درسی و جزوه آموزشی به عنوان یک **برگه جمع‌بندی تصویری** مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجہ و تنظیم: محمد خالدی پنا

بخش ۱-۱۱: حرکت (قسمت اول)

- مفاهیم حرکت
- حرکت با سرعت ثابت
- معادلات حرکت با شتاب ثابت
- جابه‌جایی در بازه زمانی خاص

۱. مفاهیم حرکت

در اولین بخش پوستر، مفاهیم پایه‌ای مورد نیاز برای بررسی حرکت یک جسم معرفی شده‌اند. شناخت دقیق مسافت، جابه‌جایی، زمان، سرعت و شتاب پیش‌نیاز حل مسائل سینماتیک است.

تندی متوسط

تندی متوسط از تقسیم طول مسیر طی شده بر بازه زمانی به دست می‌آید. در این رابطه، مسیر طی شده یک کمیت نرده‌ای است و جهت حرکت در آن وارد نمی‌شود.

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

S_{av} : Average speed (m/s)
 l : Path length (m)
 Δt : Time interval (s)

در این رابطه، l طول کل مسیری است که جسم طی کرده و Δt مدت زمانی است که جسم برای این مسیر صرف کرده است.

سرعت متوسط

سرعت متوسط با جابه‌جایی مرتبط است و برخلاف تندی متوسط، کمیتی برداری محسوب می‌شود. بنابراین جهت جابه‌جایی نیز در تعیین علامت و جهت سرعت متوسط اهمیت دارد.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

v_{av} : Average velocity (m/s)
 Δx : Displacement (m)
 Δt : Time interval (s)

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ رابطه}$$

نشان می‌دهد که سرعت متوسط به جابه‌جایی خالص جسم در یک بازه زمانی وابسته است، نه به طول کل مسیری که طی شده است.

شتاب متوسط

شتاب متوسط نرخ تغییرات سرعت در یک بازه زمانی است. به همین دلیل برای محاسبه آن باید تغییر سرعت و مدت زمان این تغییر را بدانیم.

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

a_{av} : Average acceleration (m/s²)
 Δv : Change in velocity (m/s)
 Δt : Time interval (s)

بنابراین اگر سرعت جسم در مدت زمان مشخصی تغییر کند، این تغییر سرعت نشان‌دهنده وجود شتاب است. شتاب نیز مانند سرعت، کمیتی برداری است و جهت آن در حل مسائل اهمیت دارد.

۲. حرکت با سرعت ثابت

در حرکت با سرعت ثابت، سرعت جسم تغییر نمی‌کند و بنابراین شتاب آن صفر است. اگر زمان اولیه را صفر در نظر بگیریم، مکان جسم در هر لحظه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$x = x_i + vt$$

x : Final position (m)
 x_i : Initial position (m)
 v : Constant velocity (m/s)
 t : Time (s)

این رابطه یکی از ساده‌ترین و پرکاربردترین روابط سینماتیک است. در حرکت یکنواخت، جسم در بازه‌های زمانی مساوی، جابه‌جایی‌های مساوی انجام می‌دهد.

در این حالت اگر مکان اولیه صفر باشد، رابطه به شکل ساده‌تر $x = vt$ نوشته می‌شود.

۳. معادلات حرکت با شتاب ثابت

بخش سوم پوستر به یکی از مهم‌ترین قسمت‌های سینماتیک یعنی حرکت با شتاب ثابت اختصاص دارد. در این نوع حرکت، مقدار شتاب در طول زمان تغییر نمی‌کند. معادلات سینماتیک با شتاب ثابت برای ارتباط دادن سرعت، زمان، جابه‌جایی و شتاب استفاده می‌شوند.

سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت

در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط برابر میانگین سرعت اولیه و سرعت نهایی است:

$$v_{av} = \frac{v_i + v_f}{2}$$

v_{av} : Average velocity (m/s)
 v_i : Initial velocity (m/s)
 v_f : Final velocity (m/s)

این رابطه زمانی کاربرد دارد که شتاب ثابت باشد. استفاده از این میانگین برای حرکت‌هایی که شتاب متغیر دارند، بدون بررسی شرایط مسئله درست نیست. معادله سرعت در شتاب ثابت یکی از مهم‌ترین روابط سینماتیک، رابطه سرعت و زمان در حرکت با شتاب ثابت است:

$$v = v_i + at$$

v : Final velocity (m/s)
 v_i : Initial velocity (m/s)
 a : Constant acceleration (m/s^2)
 t : Time (s)

این رابطه نشان می‌دهد که در شتاب ثابت، سرعت جسم متناسب با زمان تغییر می‌کند. اگر شتاب مثبت باشد، سرعت در جهت مثبت محور افزایش می‌یابد و اگر شتاب منفی باشد، مقدار جبری سرعت کاهش پیدا می‌کند.

معادله مکان در شتاب ثابت

برای تعیین مکان جسم در حرکت با شتاب ثابت می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$x = x_i + v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

x : Final position (m)
 x_i : Initial position (m)
 v_i : Initial velocity (m/s)
 a : Constant acceleration (m/s^2)
 t : Time (s)

از این رابطه زمانی استفاده می‌شود که مکان اولیه، سرعت اولیه، شتاب و زمان حرکت مشخص باشند. در مسائل مختلف می‌توان با جابه‌جا کردن طرفین رابطه، کمیت مجهول را به دست آورد.

رابطه سرعت و جابه‌جایی

یکی دیگر از معادلات مهم حرکت با شتاب ثابت، رابطه‌ای است که بدون نیاز مستقیم به زمان بین سرعت، سرعت اولیه، شتاب و جابه‌جایی ارتباط برقرار می‌کند:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$$

v : Final velocity (m/s)
 v_0 : Initial velocity (m/s)
 a : Constant acceleration (m/s^2)
 Δx : Displacement (m)

این رابطه در مسائلی بسیار مفید است که زمان داده نشده یا نیازی به محاسبه زمان نداریم. فرم رایج همین رابطه در منابع آموزشی نیز به صورت $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$ بیان می‌شود.

جابه‌جایی مستقل از زمان

در پوستر، برای حرکت با شتاب ثابت رابطه‌ای برای جابه‌جایی در شرایطی که سرعت‌های ابتدا و انتهای بازه مشخص هستند نیز آمده است:

$$\Delta x = \left(\frac{v_0 + v_f}{2} \right) t$$

Δx : Displacement (m)
 v_0 : Initial velocity (m/s)
 v_f : Final velocity (m/s)
 t : Time interval (s)

این رابطه از ترکیب سرعت متوسط و زمان به دست می‌آید و در حرکت با شتاب ثابت قابل استفاده است.

۴. جابه‌جایی در بازه زمانی خاص

یکی از قسمت‌های کاربردی این پوستر، بررسی جابه‌جایی جسم در یک بازه زمانی خاص است. این نوع رابطه به‌خصوص در مسائل تستی و محاسباتی که از نمودار سرعت - زمان استفاده می‌کنند، بسیار مفید است.

اگر شتاب ثابت باشد و بازه موردنظر از زمان تا $n\Delta t$ باشد، جابه‌جایی آن بازه را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$\Delta x_n = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$

Δx_n : Displacement during nth interval (m)
 v_0 : Initial velocity (m/s)
 a : Constant acceleration (m/s^2)
 n : Interval number
 Δt : Interval duration (s)

برای مثال، اگر بازه‌های زمانی یک‌ثانیه‌ای داشته باشیم، رابطه جابه‌جایی در یک بازه مشخص به شکل ساده‌تری قابل استفاده خواهد بود:

$$\Delta x_n = v_0 + \frac{1}{2} a (2n - 1)$$

Δx_n : Displacement during nth 1-second interval (m)
 v_0 : Initial velocity (m/s)
 a : Constant acceleration (m/s^2)
 n : Interval number

در نسخه عمومی‌تر، اگر طول هر بازه زمانی برابر Δt باشد، باید همان عامل زمانی در رابطه حفظ شود. این نتیجه با تحلیل مساحت زیر نمودار سرعت - زمان و معادلات حرکت با شتاب ثابت سازگار است.

نمادهای مهم فرمول‌های حرکت و سینماتیک

در پایین پوستر، نمادهای اصلی مورد استفاده در این بخش به‌صورت خلاصه معرفی شده‌اند:

- x_0 : مکان اولیه
- x : مکان
- v : سرعت
- v_0 : سرعت اولیه
- t : زمان
- Δx : جابه‌جایی
- a : شتاب
- Δt : بازه زمانی

شناخت این نمادها باعث می‌شود هنگام حل تست‌های سینماتیک، سریع‌تر بتوانید اطلاعات مسئله را از فرمول موردنیاز تفکیک کنید.

چرا این پوستر برای مرور فیزیک کاربردی است؟

فرمول‌های حرکت و سینماتیک از جمله روابطی هستند که در تعداد زیادی از مسائل فیزیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. مشکل بسیاری از دانش‌آموزان فقط حفظ فرمول نیست؛ بلکه تشخیص این موضوع است که در هر مسئله کدام رابطه مناسب‌تر است.

این پوستر با قرار دادن مفاهیم پایه، روابط سرعت و شتاب و معادلات حرکت با شتاب ثابت در کنار یکدیگر، امکان مرور سریع این مباحث را فراهم می‌کند.

این محصول می‌تواند برای:

- مرور سریع قبل از آزمون و امتحان
- جمع‌بندی مطالب فیزیک
- حل تست‌های سینماتیک
- یادآوری فرمول‌های پرکاربرد
- استفاده در زمان مطالعه روزانه
- دانش‌آموزان پایه‌های دهم تا دوازدهم
- داوطلبان آزمون‌های تستی
- دبیران و مدرسین فیزیک

مناسب باشد.

نکات مهم در استفاده از فرمول‌های حرکت و سینماتیک

- قبل از انتخاب فرمول، مشخص کنید مسئله درباره مکان، جابه‌جایی، سرعت یا شتاب سؤال کرده است.
- در مسائل یک‌بعدی، جهت مثبت محور را مشخص کنید و علامت کمیت‌های برداری را بر همان اساس تعیین کنید.
- رابطه $v = v_0 + at$ برای حرکت با شتاب ثابت کاربرد دارد.
- رابطه $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$ زمانی بسیار مفید است که زمان در مسئله وجود نداشته باشد.
- تفاوت مسافت و جابه‌جایی را با دقت بررسی کنید؛ این دو کمیت در همه شرایط برابر نیستند.
- واحدهای کمیت‌ها را قبل از جایگذاری بررسی کنید؛ واحد استاندارد سرعت m/s ، شتاب m/s^2 ، مکان و جابه‌جایی m و زمان s است.
- در حرکت با شتاب ثابت، نمودار سرعت - زمان خطی است و شیب آن با شتاب ارتباط دارد.

جمع‌بندی

فرمول‌های حرکت و سینماتیک پایه بسیاری از مسائل مربوط به حرکت یک‌بعدی هستند. در بخش ۱-۱۱ فرمول‌نامه تصویری فیزیک، مفاهیم حرکت، تندی متوسط، سرعت متوسط، شتاب متوسط، حرکت با سرعت ثابت، معادلات حرکت با شتاب ثابت و جابه‌جایی در بازه‌های زمانی خاص در یک پوستر آموزشی جمع‌بندی شده‌اند.

مزیت اصلی این پوستر این است که به‌جای پراکنده بودن روابط در جزوه‌ها و کتاب‌های مختلف، فرمول‌های مهم این قسمت از سینماتیک را به‌صورت تصویری، دسته‌بندی‌شده و قابل مرور سریع در اختیار دانش‌آموز قرار می‌دهد.

اگر به دنبال یک ابزار جمع‌بندی برای مرور فرمول‌های حرکت و سینماتیک هستید، این بخش می‌تواند یکی از برگه‌های کاربردی مجموعه فرمول‌نامه تصویری فیزیک باشد.

بخش ۲-۱۱: حرکت (قسمت دوم)

- ترمز در حرکت با شتاب ثابت
- سقوط آزاد بدون مقاومت هوا

۱. ترمز در حرکت با شتاب ثابت

ترمز کردن خودرو نمونه‌ای از حرکتی است که در آن سرعت جسم کاهش پیدا می‌کند. اگر حرکت با شتاب ثابت و در جهت مخالف سرعت انجام شود، می‌توان از معادلات شتاب ثابت برای تعیین زمان توقف و مسافت توقف استفاده کرد.

در پوستر، قدرمطلق سرعت اولیه و شتاب به کار رفته است تا زمان توقف و مسافت توقف به صورت کمیت‌های مثبت به دست آیند.

زمان توقف

زمان توقف، مدت زمانی است که جسم از سرعت اولیه خود به سرعت صفر برسد.

$$t_s = \frac{|v|}{|a|}$$

t_s : Stopping time (s)
 v : Initial velocity (m/s)
 a : Constant acceleration (m/s^2)

در این رابطه، زمان توقف، سرعت اولیه و شتاب ثابت جسم است.

از آنجا که در حالت ترمز، شتاب در خلاف جهت سرعت قرار دارد، برای بیان زمان توقف به صورت یک مقدار مثبت از قدرمطلق سرعت و شتاب استفاده می‌شود.

رابطه زمانی توقف را می‌توان از رابطه عمومی سرعت در شتاب ثابت، یعنی $v = v_0 + at$ ، با قرار دادن سرعت نهایی برابر صفر به دست آورد.

مسافت توقف

مسافت توقف، فاصله‌ای است که جسم از لحظه شروع ترمز تا لحظه توقف کامل طی می‌کند.

$$d_s = \frac{v^2}{2|a|}$$

d_s : Stopping distance (m)
 v : Initial velocity (m/s)
 a : Constant acceleration (m/s^2)

این رابطه برای حرکت با شتاب ثابت و رسیدن به سرعت نهایی صفر استفاده می‌شود.

یکی از نکات مهم این رابطه آن است که مسافت توقف با مجذور سرعت اولیه متناسب است. بنابراین افزایش سرعت اولیه می‌تواند باعث افزایش قابل توجه مسافت موردنیاز برای توقف شود.

برای مثال، اگر سرعت اولیه دو برابر شود و مقدار شتاب ترمز ثابت بماند، مسافت توقف چهار برابر خواهد شد.

رابطه بالا را می‌توان از معادله $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$ نیز به دست آورد؛ با قرار دادن $v = 0$ و توجه به جهت شتاب ترمز.

۲. سقوط آزاد بدون مقاومت هوا

در بخش دوم پوستر، سقوط آزاد بررسی شده است. در مدل ایده آل سقوط آزاد، تنها نیروی مهم وارد بر جسم، نیروی گرانش است و اثر مقاومت هوا نادیده گرفته می شود. در نزدیکی سطح زمین، مقدار شتاب گرانش تقریباً 9.8 m/s^2 در نظر گرفته می شود.

در روابط این پوستر، محور مثبت رو به بالا در نظر گرفته شده است؛ بنابراین شتاب گرانش در جهت منفی محور قرار می گیرد و به صورت زیر نوشته می شود:

$$\boxed{g \approx 9.8 \text{ m/s}^2} \quad g: \text{Acceleration due to gravity (m/s}^2\text{)}$$

در نتیجه، در روابط سقوط آزاد پوستر، علامت منفی جلوی نشان دهنده جهت پایین بودن شتاب گرانش نسبت به محور مثبت انتخاب شده است. سرعت در سقوط آزاد

برای جسمی که از حالت سکون رها شده باشد، یعنی $v_i = 0$ ، سرعت جسم پس از مدت زمان از رابطه زیر به دست می آید:

v : Velocity (m/s)

$$\boxed{v = -gt} \quad g: \text{Acceleration due to gravity (m/s}^2\text{)}$$

t : Time (s)

علامت منفی در این رابطه به دلیل انتخاب محور مثبت رو به بالا است. جسم در حال سقوط به سمت پایین حرکت می کند، بنابراین سرعت آن در این دستگاه مختصات منفی است.

نکته مهم: این فرم خاص از رابطه، یعنی $v = -gt$ ، مربوط به حالتی است که جسم از سکون رها شده باشد. اگر جسم با سرعت اولیه به سمت بالا یا پایین پرتاب شود، باید از رابطه عمومی تر $v = v_i - gt$ استفاده کرد.

مکان جسم در سقوط آزاد

اگر جسم از ارتفاع اولیه y_i و با سرعت اولیه صفر رها شود، مکان آن پس از زمان t از رابطه زیر به دست می آید:

y : Position (m)

$$\boxed{y = y_i - \frac{1}{2}gt^2} \quad y_i: \text{Initial position (m)}$$

g : Acceleration due to gravity (m/s²)

t : Time (s)

در این رابطه نیز علامت منفی به دلیل انتخاب جهت مثبت محور y به سمت بالا است. با گذشت زمان، جسم در جهت پایین حرکت می کند و مقدار y کاهش می یابد.

رابطه فوق در واقع حالت خاص معادله عمومی مکان در حرکت با شتاب ثابت است:

که در سقوط آزاد از سکون، $v_i = 0$ و $a = -g$ است.

رابطه سرعت و جابه جایی در سقوط آزاد

یکی از روابط بسیار کاربردی برای مسائل سقوط آزاد، رابطه ای است که سرعت و جابه جایی را بدون استفاده مستقیم از زمان به یکدیگر مرتبط می کند:

v : Velocity (m/s)

$$\boxed{v^2 = -2g\Delta y} \quad g: \text{Acceleration due to gravity (m/s}^2\text{)}$$

Δy : Vertical displacement (m)

این رابطه زمانی کاربرد ویژه‌ای دارد که «زمان سقوط در مسئله داده نشده باشد» یا بخواهیم سرعت جسم را با استفاده از جابه‌جایی به دست آوریم. با توجه به اینکه در این پوستر محور مثبت رو به بالا است، جابه‌جایی جسم در حال سقوط منفی خواهد بود؛ بنابراین و عبارت مقدار مثبت خواهد داشت.

جابه‌جایی در بازه‌های زمانی سقوط

یکی از نکات جالب و کاربردی پوستر، بررسی جابه‌جایی جسم در بازه‌های زمانی مشخص هنگام سقوط آزاد است. اگر جسم از سکون رها شود و بازه زمانی موردنظر برابر باشد، جابه‌جایی در بازه شماره از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta y_n = -\frac{1}{2} g (n - 1) (\Delta t)^2$$

Δy_n : Displacement during nth interval (m)
 g : Acceleration due to gravity (m/s^2)
 n : Interval number
 Δt : Interval duration (s)

این رابطه نشان می‌دهد که جابه‌جایی در بازه‌های زمانی مساوی، ثابت نمی‌ماند؛ زیرا جسم در حال سقوط، سرعت بیشتری پیدا می‌کند. به همین دلیل، اگر بازه‌های زمانی یکسان باشند، مقدار جابه‌جایی در بازه‌های بعدی بیشتر از بازه‌های قبلی خواهد بود.

جابه‌جایی در بازه‌های یک‌ثانیه‌ای

اگر طول هر بازه زمانی برابر یک ثانیه باشد، یعنی $\Delta t = 1 \text{ s}$ ، رابطه بالا به شکل ساده‌تری درمی‌آید:

$$\Delta y_n = -\frac{1}{2} g (n - 1)$$

Δy_n : Displacement during nth 1-second interval (m)
 g : Acceleration due to gravity (m/s^2)
 n : Interval number

بنابراین مقدار جابه‌جایی در هر ثانیه به شماره آن بازه نیز وابسته است.

برای نمونه، با فرض $g \approx 9.8 \text{ m/s}^2$ ، جابه‌جایی در ثانیه دوم از نظر اندازه بیشتر از جابه‌جایی در ثانیه اول خواهد بود. این موضوع از افزایش سرعت جسم در سقوط آزاد ناشی می‌شود.

تفاوت مهم بین سقوط آزاد و ترمز

دو بخش اصلی این پوستر از نظر فیزیکی تفاوت مهمی دارند:

در ترمز:

جسم دارای سرعت اولیه است و شتاب در خلاف جهت سرعت قرار می‌گیرد تا سرعت جسم کاهش یافته و در نهایت به صفر برسد.

در سقوط آزاد:

در مدل ایده‌آل، شتاب گرانش در تمام مدت سقوط تقریباً ثابت است و جسم در اثر گرانش به سمت پایین شتاب می‌گیرد.

بنابراین هرچند هر دو مبحث با حرکت با شتاب ثابت ارتباط دارند، شرایط اولیه و جهت شتاب در آنها متفاوت است.

چرا این پوستر برای مرور فیزیک کاربردی است؟

برای استفاده صحیح از فرمول‌های حرکت و سقوط آزاد، چند نکته اهمیت زیادی دارد:

- ابتدا جهت مثبت محور را مشخص کنید.
- علامت سرعت و شتاب را بر اساس جهت انتخاب شده تعیین کنید.
- در مسئله ترمز، اگر جسم در حال کاهش سرعت است، شتاب در خلاف جهت سرعت قرار دارد.
- رابطه زمان توقف فقط زمانی به شکل $t_s = \frac{|v|}{|a|}$ نوشته می شود که سرعت نهایی صفر باشد.
- رابطه مسافت توقف $d_s = \frac{v^2}{2|a|}$ نیز برای رسیدن جسم به حالت توقف کامل و شتاب ثابت کاربرد دارد.
- رابطه $v = -gt$ مربوط به سقوط از حالت سکون با محور مثبت رو به بالا است.
- اگر جسم با سرعت اولیه پرتاب شود، باید سرعت اولیه v را در معادلات وارد کرد.
- در سقوط آزاد ایده آل، مقاومت هوا نادیده گرفته می شود.
- مقدار g بر اساس داده مسئله استفاده کنید؛ در بسیاری از مسائل مدرسه ای 9.8 m/s^2 یا تقریب 10 m/s^2 استفاده می شود.

منابع آموزشی استاندارد نیز تأکید می کنند که در مدل سقوط آزاد، شتاب گرانش مستقل از جرم جسم است و مقدار آن در نزدیکی سطح زمین حدود 9.8 m/s^2 است.

نمادهای مهم پوستر

- در پایین پوستر، نمادهای اصلی مورد استفاده در روابط این بخش خلاصه شده اند:

• y : مکان عمودی

• y_0 : مکان یا ارتفاع اولیه

• g : شتاب گرانش

• t : زمان

• v : سرعت

• n : شماره بازه زمانی

• t_s : زمان توقف

• v_0 : سرعت اولیه

• a : شتاب ترمز

• d_s : مسافت توقف

• Δy : جابه جایی عمودی

- Δt : طول بازه زمانی

چرا این پوستر برای مرور فیزیک مناسب است؟

فرمول‌های حرکت و سقوط آزاد از روابطی هستند که در حل بسیاری از مسائل سینماتیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پوستر به‌جای ارائه پراکنده فرمول‌ها، آنها را در دو موضوع مشخص و مرتبط با حرکت دسته‌بندی کرده است.

در قسمت اول، دانش‌آموز می‌تواند روابط ترمز، زمان توقف و مسافت توقف را مرور کند. در قسمت دوم نیز روابط مهم سقوط آزاد از جمله سرعت، مکان، سرعت بر حسب جابه‌جایی و جابه‌جایی در بازه‌های زمانی مختلف در دسترس هستند.

این پوستر می‌تواند برای موارد زیر استفاده شود:

- مرور سریع قبل از امتحان
- جمع‌بندی فرمول‌های سینماتیک
- حل مسائل تستی فیزیک
- یادآوری فرمول‌های سقوط آزاد
- مرور فرمول‌های ترمز و حرکت شتاب‌دار
- استفاده در مطالعه روزانه
- دانش‌آموزان پایه‌های دهم تا دوازدهم
- داوطلبان آزمون‌های تستی
- دبیران و مدرسین فیزیک

جمع‌بندی

فرمول‌نامه تصویری فیزیک | بخش ۲-۱۱: حرکت (قسمت دوم) ادامه‌ای برای مبحث حرکت است که روی دو کاربرد مهم معادلات شتاب ثابت تمرکز دارد: ترمز و سقوط آزاد.

در این پوستر، فرمول‌های زمان توقف، مسافت توقف، سرعت در سقوط آزاد، مکان جسم، رابطه سرعت و جابه‌جایی و جابه‌جایی در بازه‌های زمانی مختلف به‌صورت تصویری و دسته‌بندی‌شده ارائه شده‌اند.

اگر به دنبال یک ابزار سریع برای مرور فرمول‌های حرکت و سقوط آزاد هستید، این پوستر می‌تواند در کنار بخش ۱-۱۱ مجموعه، یک خلاصه کاربردی از بخش مهمی از سینماتیک را در اختیار شما قرار دهد.

بخش ۱۲: دینامیک

- قانون دوم نیوتن
- وزن ظاهری در آسانسور با شتاب رو به بالا
- وزن ظاهری در آسانسور با شتاب رو به پایین
- نیروی اصطکاک ایستایی
- نیروی اصطکاک جنبشی
- قانون هوک و نیروی کشسانی فنر
- دوره تناوب حرکت دایره‌ای
- شتاب مرکزگرا
- نیروی مرکزگرا
- قانون گرانش عمومی
- نیروی وزن در میدان گرانشی

۱. قانون دوم نیوتن

یکی از بنیادی‌ترین فرمول‌های دینامیک و نیرو، قانون دوم نیوتن است. این قانون بیان می‌کند که شتاب یک جسم با نیروی خالص وارد بر آن متناسب است و جهت شتاب با جهت نیروی خالص یکسان است.

$$\boxed{\vec{F}_{net} = m\vec{a}}$$

$\vec{F}_{net}$: Net force (N)
 m : Mass (kg)
 $\vec{a}$: Acceleration (m/s^2)

در مسائل یک‌بعدی، اگر فقط اندازه کمیت‌ها بررسی شوند، می‌توان رابطه را به صورت $F_{net} = ma$ نوشت.

نکته مهم این است که F_{net} برآیند همه نیروهای وارد بر جسم است، نه لزوماً یکی از نیروهای منفرد. بنابراین در حل مسائل دینامیک ابتدا باید نیروهای وارد بر جسم شناسایی و سپس برآیند آن‌ها تعیین شود.

۲. وزن ظاهری در آسانسور با شتاب رو به بالا

وقتی آسانسور با شتاب رو به بالا حرکت می‌کند، نیروی عمودی واردشده از طرف کف آسانسور به فرد از وزن معمولی او بیشتر می‌شود. این نیرو همان چیزی است که معمولاً به عنوان وزن ظاهری یا نیروی عمودی تکیه‌گاه در نظر گرفته می‌شود.

$$\boxed{F = m(g + a)}$$

F : Apparent weight or normal force (N)
 m : Mass (kg)
 g : Acceleration due to gravity (m/s^2)
 a : Elevator acceleration upward (m/s^2)

اگر آسانسور شتاب رو به بالا داشته باشد، مقدار F از mg بیشتر می‌شود.

در پوستر مقدار تقریبی $g = 10 \text{ m/s}^2$ در نظر گرفته شده است؛ در مسائل دقیق‌تر ممکن است $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ استفاده شود.

۳. وزن ظاهری در آسانسور با شتاب رو به پایین

اگر آسانسور با شتاب رو به پایین حرکت کند، نیروی تکیه‌گاه وارد بر فرد کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه وزن ظاهری فرد کمتر از mg خواهد شد.

F : Apparent weight or normal force (N)

m : Mass (kg)

$$F = m(g - a)$$

g : Acceleration due to gravity (m/s^2)

a : Elevator acceleration downward (m/s^2)

این رابطه برای حالتی است که شتاب آسانسور رو به پایین باشد و مقدار آن از g کمتر باشد.

اگر آسانسور در حال سقوط آزاد ایده‌آل باشد، $a = g$ و نیروی تکیه‌گاه به صفر می‌رسد؛ به همین دلیل فرد حالت بی‌وزنی ظاهری را تجربه می‌کند.

۴. نیروی اصطکاک ایستایی

اصطکاک ایستایی نیرویی است که از شروع لغزش نسبی دو سطح جلوگیری می‌کند. مقدار آن یک مقدار ثابت از پیش تعیین‌شده نیست و می‌تواند متناسب با شرایط مسئله تغییر کند، اما حداکثر مقدار آن از رابطه زیر به دست می‌آید.

$f_{s,max}$: Maximum static friction (N)

$$f_{s,max} = \mu_s F_N$$

μ_s : Coefficient of static friction

F_N : Normal force (N)

نکته مهم: رابطه بالا حداکثر اصطکاک ایستایی را نشان می‌دهد. بنابراین نباید در همه مسائل بنویسیم $f_s = \mu_s F_N$. رابطه دقیق‌تر این است:

تا زمانی که جسم نلغزد، اصطکاک ایستایی خود را با شرایط مسئله تطبیق می‌دهد و تا یک مقدار بیشینه می‌تواند افزایش پیدا کند.

۵. نیروی اصطکاک جنبشی

وقتی دو سطح نسبت به یکدیگر در حال لغزش باشند، اصطکاک جنبشی وارد عمل می‌شود. در مدل ساده اصطکاک خشک، مقدار آن از ضریب اصطکاک جنبشی و نیروی عمودی تکیه‌گاه به دست می‌آید.

f_k : Kinetic friction (N)

$$f_k = \mu_k F_N$$

μ_k : Coefficient of kinetic friction

F_N : Normal force (N)

در این رابطه :

• f_k : نیروی اصطکاک جنبشی است.

• μ_k : ضریب اصطکاک جنبشی است.

• F_N : نیروی عمودی سطح بر جسم است.

در شرایط معمول، ضریب اصطکاک جنبشی و ایستایی برابر نیستند و معمولاً $\mu_s > \mu_k$ است.

۶. قانون هوک و نیروی کشسانی فنر

فنر در محدوده کشسانی خود می‌تواند نیرویی ایجاد کند که با مقدار تغییر طول آن متناسب است. در پوستر اندازه نیروی کشسانی با رابطه زیر ارائه شده است.

F_e : Elastic force magnitude (N)

$$F_e = k\Delta x$$

k : Spring constant (N/m)

Δx : Change in spring length (m)

هرچه k بزرگ‌تر باشد، برای ایجاد تغییر طول یکسان به نیروی بیشتری نیاز است و فنر سخت‌تر است.

نکته درباره علامت: اگر جهت نیرو و جابه‌جایی را نیز در نظر بگیریم، فرم برداری قانون هوک معمولاً به صورت $\vec{F}_e = -k\vec{x}$ نوشته می‌شود؛ علامت منفی نشان می‌دهد نیروی بازگرداننده در خلاف جهت تغییر مکان است. در پوستر، $F_e = k\Delta x$ به صورت اندازه نیرو نوشته شده است.

۷. دوره تناوب حرکت دایره‌ای

در حرکت دایره‌ای یکنواخت، دوره تناوب T مدت زمانی است که جسم برای انجام یک دور کامل طی می‌کند.

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

T : Period (s)
 r : Radius of circular path (m)
 v : Linear speed (m/s)

از آنجا که طول یک دور کامل برابر محیط دایره، یعنی $2\pi r$ ، است، تقسیم این مسافت بر سرعت خطی جسم، دوره تناوب را به دست می‌دهد.

این رابطه برای حرکت دایره‌ای یکنواخت کاربرد مستقیم دارد.

۸. شتاب مرکزگرا

در حرکت دایره‌ای، حتی اگر مقدار سرعت ثابت باشد، جهت سرعت دائماً تغییر می‌کند؛ بنابراین جسم دارای شتاب است. این شتاب، شتاب مرکزگرا نام دارد و جهت آن به سمت مرکز دایره است.

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

a_c : Centripetal acceleration (m/s^2)
 v : Linear speed (m/s)
 r : Radius of circular path (m)

این رابطه نشان می‌دهد که با افزایش سرعت، شتاب مرکزگرا به‌صورت مجذوری افزایش می‌یابد؛ در حالی که با افزایش شعاع، برای سرعت ثابت کاهش پیدا می‌کند.

۹. نیروی مرکزگرا

نیروی مرکزگرا یک نیروی جدید و مستقل از نیروهای شناخته‌شده طبیعت نیست؛ بلکه نامی برای برآیند نیروی خالص در راستای مرکز دایره در حرکت دایره‌ای است.

$$F_{net} = m \frac{v^2}{r}$$

F_{net} : Net inward force (N)
 m : Mass (kg)
 v : Linear speed (m/s)
 r : Radius of circular path (m)

این رابطه از ترکیب قانون دوم نیوتن و شتاب مرکزگرا به دست می‌آید:

۱۰. قانون گرانش عمومی

قانون گرانش عمومی نیوتن بیان می‌کند که هر دو جرم یکدیگر را جذب می‌کنند و اندازه این نیروی گرانشی با حاصل ضرب جرم‌ها متناسب و با مربع فاصله بین مراکز جرم آن‌ها نسبت عکس دارد.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

F : Gravitational force (N)
 G : Universal gravitational constant
 m_1, m_2 : Masses (kg)
 r : Distance between centers of mass (m)

ثابت جهانی گرانش در دستگاه SI تقریباً برابر است با:

$$G \approx 6.674 \times 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2}$$

G : Universal gravitational constant

یکی از ویژگی‌های مهم این رابطه وابستگی به $1/r^2$ است؛ یعنی اگر فاصله بین دو جرم دو برابر شود، اندازه نیروی گرانشی به یک‌چهارم کاهش می‌یابد.

۱۱. نیروی وزن در میدان گرانشی

در بخش پایانی پوستر، رابطه نیروی گرانشی وارد بر جرمی در فاصله r از مرکز یک جرم بزرگ‌تر M ارائه شده است. این رابطه در واقع همان قانون گرانش عمومی است که در اینجا برای بیان وزن جسم در میدان گرانشی به کار رفته است.

$$W = G \frac{Mm}{r^2}$$

W : Weight or gravitational force (N)
 G : Universal gravitational constant
 M : Mass of the planet or central body (kg)
 m : Mass of the object (kg)
 r : Distance from the central body's center (m)

در نزدیکی سطح زمین، این رابطه با رابطه معروف وزن $W = mg$ سازگار است. زیرا از برابر قرار دادن نیروی گرانشی با وزن داریم:

$$W = mg = G \frac{Mm}{r^2}$$

W : Weight (N)
 m : Object mass (kg)
 g : Gravitational acceleration (m/s^2)
 M : Planet mass (kg)
 r : Distance from planet center (m)

با ساده کردن m ، رابطه شتاب گرانش نیز به دست می‌آید:

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

g : Gravitational acceleration (m/s^2)
 G : Universal gravitational constant
 M : Central body mass (kg)
 r : Distance from the center (m)

در نتیجه، وزن به محل قرارگیری جسم در میدان گرانشی نیز وابسته است؛ جرم جسم ثابت می‌ماند اما مقدار g می‌تواند با فاصله از مرکز جرم تغییر کند.

نکات مهم برای حل مسائل دینامیک

برای استفاده درست از فرمول‌های دینامیک و نیرو، توجه به چند نکته بسیار مهم است:

- ابتدا تمام نیروهای وارد بر جسم را شناسایی کنید.
- قانون دوم نیوتن را برای نیروی خالص به کار ببرید، نه برای یک نیروی دلخواه.
- در مسائل آسانسور، جهت شتاب آسانسور را مشخص کنید.

- وزن ظاهری با جرم جسم یکسان نیست؛ در آسانسور شتاب‌دار، نیروی عمودی می‌تواند از mg بیشتر یا کمتر شود.
- اصطکاک ایستایی الزاماً برابر $\mu_s F_N$ نیست؛ این مقدار حداکثر اصطکاک ایستایی است.
- در حرکت دایره‌ای، نیروی مرکزگرا یک نیروی جدید نیست؛ برآیند نیروهای رو به مرکز نقش نیروی مرکزگرا را ایفا می‌کند.
- رابطه $a_c = \frac{v^2}{r}$ نشان می‌دهد شتاب مرکزگرا همیشه به سمت مرکز مسیر دایره‌ای است.
- قانون گرانش عمومی برای دو جرم با فاصله بین مراکز جرم آن‌ها به کار می‌رود.
- در قانون هوک، اگر جهت نیرو نیز مورد توجه باشد، نیروی کشسانی خلاف جهت تغییر مکان است.

تفاوت جرم و وزن

یکی از نکات مهمی که در مسائل دینامیک و گرانش باید به آن توجه شود، تفاوت جرم و وزن است.

جرم m مقدار ماده جسم است و واحد آن کیلوگرم است.

وزن W نیروی گرانشی وارد بر جسم است و واحد آن نیوتن است.

در نزدیکی سطح زمین:

W : Weight (N)

m : Mass (kg)

g : Gravitational acceleration (m/s^2)

$$W = mg$$

بنابراین اگر مکان جسم تغییر کند و مقدار g تغییر کند، وزن جسم نیز تغییر می‌کند، در حالی که جرم آن ثابت می‌ماند.

چرا این پوستر برای مرور فیزیک مناسب است؟

فرمول‌های دینامیک و نیرو در تعداد زیادی از مسائل فیزیک، از مسائل ساده نیرو و اصطکاک گرفته تا حرکت دایره‌ای و گرانش، کاربرد دارند.

این پوستر کمک می‌کند روابط اصلی این مباحث در یک صفحه و به صورت تصویری در دسترس باشند. به همین دلیل می‌توان از آن برای مرور سریع، جمع‌بندی، حل تست و یادآوری فرمول‌ها استفاده کرد.

این محصول برای موارد زیر مناسب است:

- دانش‌آموزان پایه‌های دهم تا دوازدهم
- داوطلبان کنکور و آزمون‌های تستی
- مرور قبل از امتحان
- جمع‌بندی فصل‌های دینامیک
- حل مسائل نیرو و شتاب
- مرور حرکت دایره‌ای

- مرور اصطکاک و قانون هوک
- بررسی روابط گرانش و وزن
- دبیران و مدرسين فیزیک

نمادهای مهم فرمول‌های دینامیک

در پایین پوستر، نمادهای اصلی روابط این بخش نیز خلاصه شده‌اند:

- F : نیرو
- N : نیروی عمودی سطح
- μ_s : ضریب اصطکاک ایستایی
- μ_k : ضریب اصطکاک جنبشی
- k : ثابت فنر
- T : دوره تناوب
- r : شعاع مسیر دایره‌ای
- v : تندی یا سرعت
- a_c : شتاب مرکزگرا
- G : ثابت جهانی گرانش
- W : وزن جسم

جمع‌بندی

فرمول‌نامه تصویری فیزیک | بخش ۱۲: دینامیک یکی از پوسترهای مهم مجموعه برای مرور روابط مربوط به نیرو، شتاب و حرکت است.

در این بخش، قانون دوم نیوتن، وزن ظاهری در آسانسور، اصطکاک ایستایی و جنبشی، قانون هوک، دوره تناوب حرکت دایره‌ای، شتاب و نیروی مرکزگرا، قانون گرانش عمومی و رابطه وزن در میدان گرانشی در یک مجموعه تصویری خلاصه شده‌اند.

اگر هدف شما مرور سریع فرمول‌های دینامیک و نیرو پیش از حل تمرین، امتحان یا آزمون است، این پوستر می‌تواند به‌عنوان یک برگه جمع‌بندی در کنار سایر بخش‌های فرمول‌نامه تصویری فیزیک مورد استفاده قرار گیرد.

بخش ۱-۱۳: موج و نوسان

- بسامد و دوره تناوب
- معادله حرکت هماهنگ ساده
- بسامد زاویه‌ای
- بیشینه سرعت نوسانگر
- بیشینه شتاب نوسانگر
- رابطه شتاب و مکان در حرکت هماهنگ ساده
- بسامد زاویه‌ای نوسان فشر
- دوره تناوب نوسان فشر
- دوره تناوب آونگ ساده
- انرژی مکانیکی در حرکت هماهنگ ساده

۱. بسامد و دوره تناوب

دوره تناوب، زمان لازم برای انجام یک نوسان کامل است و بسامد، تعداد نوسان‌های کامل در واحد زمان را نشان می‌دهد. رابطه این دو کمیت به صورت زیر است:

$$f = \frac{1}{T}$$

f : Frequency (Hz) T : Period (s)

همچنین در تعریف واحد هرتز داریم:

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$$

Hz : Hertz s : Second

بنابراین هرچه تعداد نوسان‌های یک سیستم در واحد زمان بیشتر باشد، بسامد بیشتر و دوره تناوب کمتر خواهد بود. رابطه $f = \frac{1}{T}$ یکی از پایه‌ای‌ترین روابط در مبحث نوسان است.

۲. معادله حرکت هماهنگ ساده

در حرکت هماهنگ ساده، مکان ذره نسبت به زمان را می‌توان با تابع سینوسی یا کسینوسی توصیف کرد. در این پوستر، فرم کسینوسی زیر ارائه شده است:

$$x(t) = A \cos(\omega t)$$

$x(t)$: Position at time t (m)
 A : Amplitude (m)
 ω : Angular frequency (rad/s)
 t : Time (s)

در این حالت، دامنه A بیشترین فاصله نوسانگر از موقعیت تعادل است. حرکت هماهنگ ساده از مهم‌ترین نمونه‌های حرکت تناوبی است و مکان آن با توابع سینوسی و کسینوسی بیان می‌شود.

۳. بسامد زاویه‌ای

بسامد زاویه‌ای ارتباط مستقیمی با دوره تناوب و بسامد دارد:

$$\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f}$$

ω : Angular frequency (rad/s)
 T : Period (s)
 f : Frequency (Hz)

از این رابطه می‌توان برای تبدیل سریع بین بسامد معمولی و بسامد زاویه‌ای استفاده کرد. همچنین در یک دوره کامل، تغییر فاز برابر 2π رادیان است.

۴. بیشینه سرعت نوسانگر

در حرکت هماهنگ ساده، بیشترین سرعت زمانی رخ می‌دهد که نوسانگر از موقعیت تعادل عبور می‌کند؛ یعنی در $x = 0$. رابطه سرعت بیشینه در پوستر به صورت زیر آمده است:

$$\boxed{v_{\max} = A\omega}$$

$v_{\max}$: Maximum speed (m/s)
 A : Amplitude (m)
 ω : Angular frequency (rad/s)

در نتیجه، با افزایش دامنه یا بسامد زاویه‌ای، سرعت بیشینه نوسانگر نیز افزایش پیدا می‌کند.

۵. بیشینه شتاب نوسانگر

در حرکت هماهنگ ساده، بیشترین مقدار شتاب در نقاط انتهایی حرکت یعنی $x = \pm A$ اتفاق می‌افتد:

$$\boxed{a_{\max} = A\omega^2}$$

$a_{\max}$: Maximum acceleration (m/s²)
 A : Amplitude (m)
 ω : Angular frequency (rad/s)

در نقاط انتهایی، سرعت لحظه‌ای صفر است اما مقدار شتاب بیشینه است و جهت شتاب همیشه به سمت موقعیت تعادل خواهد بود.

۶. رابطه شتاب و مکان در حرکت هماهنگ ساده

یکی از روابط بسیار مهم برای تحلیل نوسانگر هماهنگ ساده، رابطه مستقیم و با علامت منفی بین شتاب و مکان است:

$$\boxed{a = -\omega^2 x}$$

a : Acceleration (m/s²)
 ω : Angular frequency (rad/s)
 x : Displacement from equilibrium (m)

علامت منفی اهمیت زیادی دارد؛ زیرا نشان می‌دهد جهت شتاب همواره خلاف جهت جابه‌جایی از نقطه تعادل است. به همین دلیل، شتاب نقش بازگرداننده دارد و نوسانگر را به سمت موقعیت تعادل هدایت می‌کند.

۷. بسامد زاویه‌ای نوسان فنر

برای یک نوسانگر ساده شامل جرم m و فنر با ثابت k ، بسامد زاویه‌ای از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}}$$

ω : Angular frequency (rad/s)
 k : Spring constant (N/m)
 m : Mass (kg)

بنابراین فنر سخت‌تر، یعنی فنری با k بزرگ‌تر، نوسان سریع‌تری ایجاد می‌کند؛ در حالی که افزایش جرم باعث کاهش بسامد زاویه‌ای می‌شود. در مدل ایده‌آل جرم-فنر، دوره و بسامد به جرم و ثابت فنر وابسته‌اند.

۸. دوره تناوب نوسان فنر

یکی از مهم‌ترین فرمول‌های فرمول‌های حرکت نوسانی و موج، رابطه دوره تناوب جرم متصل به فنر است:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

T : Period (s)
 m : Mass (kg)
 k : Spring constant (N/m)

این رابطه نشان می‌دهد افزایش جرم باعث افزایش دوره تناوب می‌شود و افزایش ثابت فنر باعث کاهش دوره تناوب خواهد شد. این رابطه برای نوسانگر جرم-فنر ایده‌آل کاربرد دارد.

۹. دوره تناوب آونگ ساده

برای آونگ ساده با طول L ، دوره تناوب در تقریب زاویه‌های کوچک از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

T : Period (s)
 L : Pendulum length (m)
 g : Gravitational acceleration (m/s²)

این رابطه نشان می‌دهد دوره تناوب آونگ به طول آن و شتاب گرانش وابسته است. برای استفاده از مدل آونگ ساده و حرکت هماهنگ ساده باید دامنه زاویه‌ای کوچک باشد؛ در منابع آموزشی معمولاً تقریب زاویه‌های کوچک برای این رابطه در نظر گرفته می‌شود.

۱۰. انرژی مکانیکی در حرکت هماهنگ ساده

در یک نوسانگر هماهنگ ساده ایده‌آل، انرژی مکانیکی کل ثابت می‌ماند و بین انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی جابه‌جا می‌شود.

برای نوسانگر فنری، انرژی مکانیکی کل در پوستر به شکل زیر نشان داده شده است:

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \quad E = \frac{1}{2} k A^2$$

E : Total mechanical energy (J)
 m : Mass (kg)
 ω : Angular frequency (rad/s)
 A : Amplitude (m)
 k : Spring constant (N/m)

در طول نوسان، انرژی میان انرژی جنبشی و پتانسیل کشسانی تقسیم می‌شود، اما در حالت ایده‌آل مجموع آن‌ها ثابت باقی می‌ماند:

$$E = K + U = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2 = \text{constant}$$

K : Kinetic energy (J)
 U : Elastic potential energy (J)
 E : Total mechanical energy (J)

در نقاط انتهایی دامنه، سرعت صفر و انرژی جنبشی صفر است؛ در حالی که در موقعیت تعادل، انرژی پتانسیل کشسانی حداقل و سرعت بیشینه است.

نکات مهم فرمول‌های حرکت نوسانی و موج

برای استفاده بهتر از فرمول‌های حرکت نوسانی و موج در حل مسائل، چند نکته کلیدی را به خاطر داشته باشید:

- دوره تناوب T زمان یک نوسان کامل است.
- بسامد f تعداد نوسان کامل در واحد زمان است.
- دامنه A بیشترین فاصله از موقعیت تعادل است.
- سرعت در موقعیت تعادل بیشینه و در نقاط انتهایی صفر است.
- مقدار شتاب در نقاط انتهایی بیشینه و در موقعیت تعادل صفر است.
- رابطه $a = -\omega^2 x$ نشان می‌دهد شتاب همیشه به سمت موقعیت تعادل است.
- در نوسانگر جرم-فنر، دوره تناوب به جرم و ثابت فنر وابسته است.
- رابطه آونگ ساده $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ برای تقریب زاویه‌های کوچک استفاده می‌شود.
- روابط انرژی این بخش برای نوسانگر ایده‌آل و بدون اتلاف انرژی بیان شده‌اند.

این پوستر برای چه کسانی مناسب است؟

این پوستر می‌تواند برای گروه‌های زیر کاربردی باشد:

- دانش‌آموزان پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم
- دانش‌آموزان رشته‌های ریاضی و تجربی
- داوطلبان آزمون‌های آزمایشی و کنکور
- دانش‌آموزانی که به یک مرجع سریع فرمول‌های حرکت نوسانی و موج نیاز دارند
- دبیران فیزیک برای مرور سریع فرمول‌های اصلی
- افرادی که ترجیح می‌دهند فرمول‌ها را به جای چندین صفحه جزوه، در قالب یک پوستر تصویری مرور کنند

مزایای پوستر فرمول‌نامه تصویری فیزیک

این محصول صرفاً یک فهرست پراکنده از فرمول‌ها نیست؛ مطالب در قالب یک صفحه تصویری و دسته‌بندی‌شده کنار هم قرار گرفته‌اند تا هنگام مرور، ارتباط میان کمیت‌هایی مانند T ، f ، ω ، A ، $v_{\max}$ و $a_{\max}$ سریع‌تر قابل تشخیص باشد.

استفاده از نمودارها، شکل‌های فنر و جرم، آونگ و نمایش موقعیت‌های مختلف نوسان نیز باعث می‌شود پوستر برای مرور سریع پیش از آزمون و جمع‌بندی مباحث نوسان کاربرد بیشتری داشته باشد.

جمع‌بندی

فرمول‌نامه تصویری فیزیک | بخش ۱-۱۳: موج و نوسان (قسمت اول) مجموعه‌ای فشرده از مهم‌ترین روابط حرکت نوسانی است؛ از دوره، بسامد و بسامد زاویه‌ای گرفته تا معادله حرکت هماهنگ ساده، سرعت و شتاب بیشینه، رابطه شتاب و مکان، نوسان فنر، آونگ ساده و انرژی مکانیکی.

اگر هدف شما داشتن یک مرجع تصویری برای مرور فرمول‌های حرکت نوسانی و موج است، این پوستر می‌تواند در کنار مطالعه کتاب و جزوه، ابزار مناسبی برای مرور سریع و منظم فرمول‌ها باشد.

بخش ۲-۱۳: موج و نوسان (قسمت دوم)

- تندی انتشار موج
- تندی انتشار موج در تار کشیده
- چگالی خطی
- شدت صوت
- تراز شدت صوت
- تغییر تراز شدت صوت
- روابط شکست موج
- سرعت نور در خلأ
- طول موج موج ایستاده روی تار دو سر ثابت
- بسامد موج ایستاده روی تار دو سر ثابت

۱. تندی انتشار موج

یکی از بنیادی‌ترین روابط در مبحث موج، ارتباط میان سرعت انتشار موج، طول موج، دوره تناوب و بسامد است:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

v : Wave speed (m/s)
 λ : Wavelength (m)
 T : Period (s)
 f : Frequency (Hz)

در این رابطه، اگر بسامد یک موج و طول موج آن مشخص باشند، می‌توان سرعت انتشار موج را محاسبه کرد. همچنین چون $f = 1/T$ است، دو شکل این رابطه کاملاً معادل هستند.

در یک محیط مشخص، سرعت موج به ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد؛ بنابراین تغییر محیط می‌تواند سرعت، طول موج و سایر ویژگی‌های موج را تغییر دهد.

۲. تندی انتشار موج در تار کشیده

سرعت انتشار موج روی یک تار کشیده به کشش تار و چگالی خطی آن وابسته است. رابطه درج‌شده در پوستر:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

v : Wave speed (m/s)
 F : Tension force (N)
 μ : Linear mass density (kg/m)
 L : String length (m)
 m : String mass (kg)

بنابراین افزایش کشش تار باعث افزایش سرعت موج می‌شود، در حالی که افزایش چگالی خطی تار، سرعت انتشار موج را کاهش می‌دهد. این رابطه در بررسی سیم‌های سازهای موسیقی و آزمایش‌های موج روی تار کاربرد زیادی دارد.

نکته مهم این است که F در این رابطه کشش تار است و نباید آن را با هر نیروی خارجی دیگری اشتباه گرفت.

۳. چگالی خطی

چگالی خطی نشان می‌دهد چه مقدار جرم در واحد طول یک تار یا سیم قرار گرفته است:

$$\mu = \frac{m}{L}$$

μ : Linear mass density (kg/m)
 m : Mass of string (kg)
 L : String length (m)

با استفاده از این رابطه می‌توان عبارت مربوط به سرعت موج روی تار را به شکل دیگری نوشت:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

v : Wave speed (m/s)
 F : Tension force (N)
 μ : Linear mass density (kg/m)

چگالی خطی یکی از عوامل تعیین‌کننده سرعت موج روی تار است؛ برای دو تار با کشش یکسان، تار که جرم بیشتری در واحد طول داشته باشد، موج را با سرعت کمتری منتقل می‌کند.

۴. شدت صوت

شدت صوت، توان عبوری از واحد سطح را نشان می‌دهد. در پوستر، این کمیت با دو رابطه معادل معرفی شده است:

$$I = \frac{P_{av}}{A} = \frac{E}{A\Delta t}$$

I : Sound intensity (W/m^2)
 P_{av} : Average power (W)
 A : Area (m^2)
 E : Energy (J)
 Δt : Time interval (s)

بنابراین شدت صوت به این بستگی دارد که چه مقدار انرژی در چه مدت زمانی از یک سطح مشخص عبور کند. در مباحث صوت، شدت معمولاً با واحد وات بر متر مربع بیان می‌شود.

۵. تراز شدت صوت

برای بیان شدت صوت در مقیاس دسی‌بل، از تراز شدت صوت استفاده می‌شود:

$$\beta = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

β : Sound intensity level (dB)
 I : Sound intensity (W/m^2)
 I_0 : Reference intensity (W/m^2)

در این رابطه، شدت مرجع استاندارد برای آستانه شنوایی در شرایط معمول برابر است با:

$$I_0 = 10^{-12} W/m^2$$

I_0 : Reference sound intensity

نکته مهم این است که شدت صوت و تراز شدت صوت یک کمیت یکسان نیستند؛ شدت با واحد W/m^2 بیان می‌شود، در حالی که تراز شدت صوت با دسی‌بل بیان می‌شود و به صورت لگاریتمی به نسبت شدت صوت به شدت مرجع وابسته است.

۶. تغییر تراز شدت صوت

هنگامی که شدت دو صوت را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم، اختلاف تراز شدت صوت از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \log_{10} \left(\frac{I_2}{I_1} \right)$$

$\Delta\beta$: Change in sound intensity level (dB)
 β_1, β_2 : Initial and final sound levels (dB)
 I_1, I_2 : Initial and final intensities (W/m^2)

این رابطه برای مسائل مقایسه‌ای بسیار کاربردی است؛ زیرا برای یافتن تغییر تراز شدت، نیازی نیست ابتدا هر دو شدت را جداگانه به مقدار مطلق تبدیل کنیم.

از آنجا که مقیاس دسی بل لگاریتمی است، افزایش یکسان در دسی بل به معنی افزایش خطی یکسان در شدت نیست. برای مثال، افزایش 10 dB متناظر با ۱۰ برابر شدن شدت است.

۷. روابط شکست موج

هنگامی که موج از یک محیط وارد محیط دیگری می شود، سرعت انتشار و معمولاً طول موج آن تغییر می کند. در حالی که بسامد موج در مرز دو محیط ثابت می ماند، می توان روابط شکست را به شکل زیر نوشت:

$$\boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}}$$

n_1, n_2 : Refractive indices of media 1 and 2
 v_1, v_2 : Wave speeds in media 1 and 2
 λ_1, λ_2 : Wavelengths in media 1 and 2
 θ_1, θ_2 : Angles of incidence and refraction

همچنین تعریف ضریب شکست محیط به صورت زیر است:

$$\boxed{n = \frac{c}{v}}$$

n : Refractive index
 c : Speed of light in vacuum (m/s)
 v : Speed of light in the medium (m/s)

در این روابط، زاویه ها نسبت به خط عمود بر سطح اندازه گیری می شوند. این نکته در حل مسائل شکست نور اهمیت زیادی دارد.

۸. سرعت نور در خلأ

سرعت نور در خلأ را می توان با ثابت های الکتریکی و مغناطیسی خلأ مرتبط کرد:

$$\boxed{c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}}$$

c : Speed of light in vacuum (m/s)
 μ_0 : Permeability of free space
 ϵ_0 : Permittivity of free space

مقدار تقریبی سرعت نور در خلأ:

$$\boxed{c \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

در محیط های مادی، سرعت نور از مقدار آن در خلأ کمتر است و ارتباط آن با ضریب شکست محیط از رابطه $n = \frac{c}{v}$ بیان می شود.

۹. طول موج موج ایستاده روی تار دو سر ثابت

در تار یا سیمی که دو سر آن ثابت هستند، شرایط مرزی باعث تشکیل موج های ایستاده با طول موج های مشخص می شود. برای مد n -ام:

$$\boxed{\lambda_n = \frac{2L}{n}}$$

λ_n : Wavelength of the n -th harmonic (m)
 L : Length of the string (m)
 n : Harmonic number, $n = 1, 2, 3, \dots$

برای مد پایه، یعنی $n=1$:

$$\boxed{\lambda_1 = 2L}$$

در این حالت، طول تار برابر با نصف طول موج است. با افزایش شماره هارمونیک، تعداد حلقه های موج ایستاده بیشتر و طول موج کوچک تر می شود. این نتیجه مستقیماً از شرط وجود گره در دو سر تار به دست می آید.

۱۰. بسامد موج ایستاده روی تار دو سر ثابت

با ترکیب رابطه سرعت موج و طول موج مجاز برای تار دو سر ثابت، بسامد هارمونیک n -ام از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$f_n = \frac{nv}{2L}$$

f_n : Frequency of the n -th harmonic (Hz)
 n : Harmonic number, $n = 1, 2, 3, \dots$
 v : Wave speed on the string (m/s)
 L : String length (m)

بنابراین برای بسامد پایه داریم:

$$f_1 = \frac{v}{2L}$$

و هارمونیک‌های بالاتر به شکل مضرب‌های صحیحی از بسامد پایه ظاهر می‌شوند:

$$f_n = nf_1$$

f_1 : Fundamental frequency (Hz)
 f_n : Frequency of the n -th harmonic (Hz)
 n : Harmonic number

برای مثال، هارمونیک دوم دو برابر بسامد پایه و هارمونیک سوم سه برابر آن است.

نکات مهم فرمول‌های موج و نوسان

برای استفاده بهتر از فرمول‌های موج و نوسان در حل مسائل، نکات زیر اهمیت ویژه‌ای دارند:

- سرعت موج از حاصل ضرب طول موج و بسامد به دست می‌آید.
- در یک محیط مشخص، تغییر بسامد معمولاً با تغییر طول موج همراه است تا سرعت موج مطابق ویژگی محیط باقی بماند.
- سرعت موج روی تار به کشش تار و چگالی خطی آن وابسته است.
- افزایش کشش تار، سرعت موج را افزایش می‌دهد.
- افزایش چگالی خطی تار، سرعت موج را کاهش می‌دهد.
- شدت صوت با واحد W/m^2 اندازه‌گیری می‌شود.
- تراز شدت صوت با واحد دسی‌بل بیان می‌شود و رابطه آن لگاریتمی است.
- در شکست موج، بسامد موج در عبور از مرز دو محیط تغییر نمی‌کند؛ اما سرعت و طول موج می‌توانند تغییر کنند.
- در روابط شکست، زاویه تابش و شکست نسبت به خط عمود بر سطح اندازه‌گیری می‌شوند.
- در تار دو سر ثابت، دو انتهای تار گره موج ایستاده هستند.
- طول موج مد n -ام برابر با $2L/n$ است.
- بسامد هارمونیک n -ام برابر با n برابر بسامد پایه است.

این پوستر برای چه کسانی مناسب است؟

این پوستر برای دانش‌آموزانی مناسب است که می‌خواهند مباحث موج و نوسان، صوت و موج ایستاده را به صورت سریع مرور کنند، از جمله:

- دانش‌آموزان پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم
- دانش‌آموزان رشته‌های ریاضی و تجربی
- داوطلبان کنکور و آزمون‌های آزمایشی
- دانش‌آموزان در مرحله جمع‌بندی و مرور فرمول‌ها
- دبیران فیزیک برای مرور سریع روابط مهم
- علاقه‌مندان به یادگیری تصویری و خلاصه‌محور فیزیک

مزایای پوستر فرمول‌نامه تصویری فیزیک

این پوستر به‌جای ارائه فرمول‌ها به‌صورت پراکنده، آن‌ها را در یک ساختار تصویری و موضوعی کنار یکدیگر قرار داده است. به این ترتیب، ارتباط میان کمیت‌هایی مانند سرعت موج، طول موج، بسامد، کشش تار، چگالی خطی، شدت صوت و هارمونیک‌ها سریع‌تر قابل مشاهده است. وجود شکل‌های مربوط به تار کشیده، منبع صوت، شکست موج و موج ایستاده نیز باعث می‌شود روابط فقط به‌صورت فرمول‌های حفظی دیده نشوند و ارتباط آن‌ها با پدیده فیزیکی بهتر در ذهن باقی بماند. برای دانش‌آموزانی که پیش از آزمون نیاز دارند مجموعه‌ای از فرمول‌های موج و نوسان را در مدت کوتاهی مرور کنند، یک پوستر خلاصه می‌تواند مکمل مناسبی در کنار کتاب درسی و جزوه باشد.

جمع‌بندی

فرمول‌نامه تصویری فیزیک | بخش ۲-۱۳: موج و نوسان (قسمت دوم) مجموعه‌ای از روابط مهم مربوط به موج و صوت را در یک پوستر آموزشی گردآوری کرده است؛ از سرعت انتشار موج و سرعت موج روی تار گرفته تا چگالی خطی، شدت صوت، تراز شدت صوت، شکست موج و سرعت نور در خلأ.

در بخش پایانی نیز روابط بسیار مهم موج ایستاده روی تار دو سر ثابت شامل طول موج و بسامد هارمونیک‌ها ارائه شده است. به همین دلیل، این پوستر می‌تواند برای مرور سریع و جمع‌بندی فرمول‌های موج و نوسان پیش از آزمون، حل تست و مطالعه فیزیک مورد استفاده قرار گیرد.

بخش ۱۴: اتمی و هسته‌ای

- انرژی فوتون
- تبدیل الکترون‌ولت به ژول
- رابطه ریدبرگ
- انرژی فوتون گسیل‌شده در گذار اتمی
- تغییرات انرژی برحسب طول موج
- واکنش واپاشی آلفا
- واکنش واپاشی بتای مثبت
- واکنش واپاشی بتای منفی
- واکنش واپاشی گاما
- تعداد هسته‌های باقی‌مانده در واپاشی
- تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده
- تابع کار فوتوالکتریک
- معادله فوتوالکتریک

۱. انرژی فوتون

در مدل کوانتومی نور، انرژی هر فوتون با بسامد آن متناسب است. رابطه اصلی انرژی فوتون در پوستر به شکل زیر آمده است:

$$E = h f = \frac{h c}{\lambda}$$

E : Photon energy (J)
 h : Planck constant (J.s)
 f : Frequency (Hz)
 c : Speed of light (m/s)
 λ : Wavelength (m)

ثابت پلانک و سرعت نور در خلأ تقریباً برابرند با:

$$h \approx 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \quad c \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

این رابطه نشان می‌دهد که با افزایش بسامد، انرژی هر فوتون افزایش می‌یابد و با افزایش طول موج، انرژی فوتون کاهش پیدا می‌کند. انرژی فوتون یکی از پایه‌ای‌ترین روابط در فرمول‌های اتمی و هسته‌ای و مباحث کوانتومی فیزیک است.

۲. تبدیل الکترون‌ولت به ژول

در فیزیک اتمی و هسته‌ای، استفاده از واحد الکترون‌ولت (eV) بسیار رایج است. تبدیل اصلی آن به ژول در پوستر آمده است:

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

eV : Electron volt
 J : Joule

از آنجا که انرژی ذرات و ترازهای اتمی معمولاً بسیار کوچک‌تر از یک ژول هستند، استفاده از الکترون‌ولت باعث ساده‌تر شدن محاسبات می‌شود.

برای مثال:

$$1 \text{ keV} = 10^3 \text{ eV} \quad 1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

۳. رابطه ریدبرگ

برای محاسبه طول موج تابش حاصل از گذار الکترون بین ترازهای انرژی اتم هیدروژن، از رابطه ریدبرگ استفاده می‌شود:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{\hat{n}^2} \right)$$

λ : Wavelength (m)
 R : Rydberg constant $\approx 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
 $n, \hat{n}$: Energy-level quantum numbers
 $\hat{n}$: Higher energy level, $\hat{n} > n$

در گذارهای گسیلی، الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز پایین‌تر منتقل می‌شود و انرژی اضافی به صورت فوتون تابش می‌شود. رابطه ریدبرگ یکی از مهم‌ترین روابط بخش اتمی فیزیک است.

۴. انرژی فوتون گسیل‌شده در گذار اتمی

هنگامی که الکترون از یک تراز انرژی بالاتر به تراز پایین‌تر منتقل می‌شود، اختلاف انرژی دو تراز به صورت یک فوتون گسیل می‌شود:

$$E_U - E_L = h f$$

E_U : Energy of upper level (J)
 E_L : Energy of lower level (J)
 h : Planck constant (J.s)
 f : Photon frequency (Hz)

به طور کلی، قدرمطلق اختلاف انرژی دو تراز برابر انرژی فوتون جذب‌شده یا گسیل‌شده است:

$$|\Delta E| = |E_f - E_i| = h f = \frac{h c}{\lambda}$$

E_i : Initial energy level
 E_f : Final energy level
 f : Photon frequency
 λ : Photon wavelength

این اصل در مدل بور برای توضیح خطوط طیفی اتم هیدروژن نقش اساسی دارد.

۵. تغییرات انرژی بر حسب طول موج

با استفاده از رابطه انرژی فوتون، تغییر انرژی بین دو تراز را می‌توان مستقیماً بر حسب طول موج نوشت:

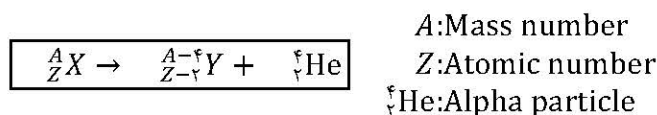
$$\Delta E = \frac{h c}{\lambda}$$

ΔE : Energy difference (J)
 h : Planck constant (J.s)
 c : Speed of light (m/s)
 λ : Wavelength (m)

بنابراین تابش با طول موج کوتاه‌تر دارای فوتون‌هایی با انرژی بیشتر است. این رابطه میان طول موج، بسامد و انرژی فوتون در بسیاری از مسائل فیزیک اتمی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶. واکنش واپاشی آلفا

در واپاشی آلفا، هسته یک ذره آلفا یعنی هسته اتم هلیوم را گسیل می‌کند. رابطه کلی آن:



در نتیجه واپاشی آلفا:

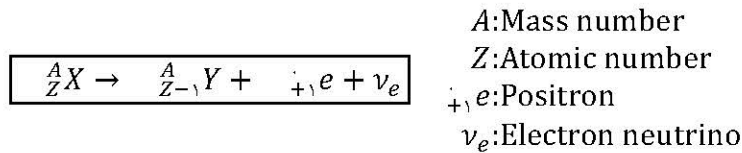
- عدد جرمی ۴ واحد کاهش پیدا می‌کند.

- عدد اتمی ۲ واحد کاهش پیدا می کند.

- هسته دختر با عنصر دیگری متفاوت از هسته مادر خواهد بود.

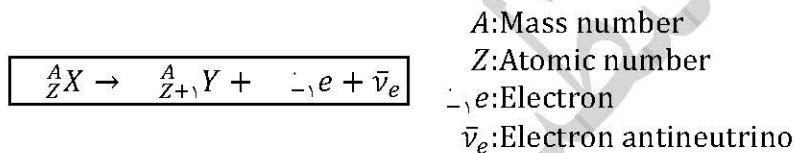
۷. واکنش واپاشی بتای مثبت

در واپاشی بتای مثبت، یک بوزیترون گسیل می شود و عدد اتمی هسته یک واحد کاهش پیدا می کند:



۸. واکنش واپاشی بتای منفی

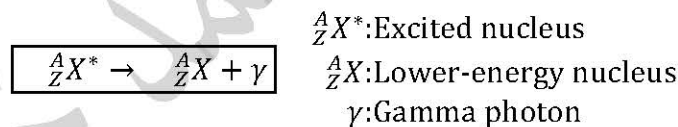
در واپاشی بتای منفی، عدد اتمی هسته یک واحد افزایش پیدا می کند و یک الکترون گسیل می شود:



در این فرایند، عدد جرمی تغییر نمی کند، زیرا مجموع تعداد نوکلئون ها ثابت می ماند؛ اما عدد اتمی یک واحد افزایش پیدا می کند.

۹. واکنش واپاشی گاما

واپاشی گاما با گسیل فوتون پرانرژی از یک هسته برانگیخته همراه است. شکل کلی آن:



در واپاشی گاما، عدد جرمی و عدد اتمی تغییر نمی کنند؛ زیرا هسته فقط از یک حالت انرژی بالاتر به حالت انرژی پایین تر منتقل می شود و انرژی اضافی را به صورت فوتون گاما آزاد می کند.

۱۰. تعداد هسته های باقی مانده در واپاشی

اگر تعداد مشخصی نیمه عمر از یک ماده پرتوزا سپری شده باشد، تعداد هسته های باقی مانده را می توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$\boxed{N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n}$$

N : Remaining number of nuclei
 N_0 : Initial number of nuclei
 n : Number of elapsed half-lives

برای مثال، پس از یک نیمه عمر نصف هسته ها باقی می مانند؛ پس از دو نیمه عمر یک چهارم و پس از سه نیمه عمر یک هشتم نمونه اولیه باقی خواهد ماند.

رابطه نمایی کامل واپاشی نیز به صورت زیر نوشته می شود:

N : Remaining number of nuclei

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

N_0 : Initial number of nuclei
 λ : Decay constant (s^{-1})
 t : Elapsed time (s)

۱۱. تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده

برای تعیین تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده، رابطه ساده زیر کاربرد دارد:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}}$$

n : Number of half-lives
 t : Elapsed time
 $T_{1/2}$: Half-life

در نتیجه می‌توان ابتدا تعداد نیمه‌عمرها را به دست آورد و سپس از رابطه $N = N_0 (1/2)^n$ برای محاسبه تعداد هسته‌های باقی‌مانده استفاده کرد.

نیمه‌عمر، مدت زمانی است که لازم است تا تعداد هسته‌های پرتوزا به نصف مقدار اولیه برسد.

۱۲. تابع کار فوتوالکتریک

در اثر فوتوالکتریک، اگر انرژی فوتون برای جدا کردن الکترون از سطح فلز کافی باشد، الکترون از سطح خارج می‌شود. حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون را تابع کار می‌نامیم.

در پوستر رابطه تابع کار به شکل زیر آمده است:

$$W_0 = h f_0 = \frac{h c}{\lambda_0}$$

W_0 : Work function (J)
 h : Planck constant (J.s)
 f_0 : Threshold frequency (Hz)
 c : Speed of light (m/s)
 λ_0 : Threshold wavelength (m)

اگر بسامد نور از بسامد آستانه کمتر باشد، انرژی هر فوتون برای خارج کردن الکترون کافی نیست. بنابراین وجود نور به‌تنهایی برای رخ دادن اثر فوتوالکتریک کافی نیست و انرژی هر فوتون نیز باید به حد لازم برسد.

۱۳. معادله فوتوالکتریک

معادله اینشتین برای اثر فوتوالکتریک، بقای انرژی در فرایند برخورد فوتون و الکترون را بیان می‌کند:

$$K_{\max} = h f - W_0 = \frac{h c}{\lambda} - W_0$$

$K_{\max}$: Maximum kinetic energy of photoelectrons (J)
 h : Planck constant (J.s)
 f : Incident photon frequency (Hz)
 c : Speed of light (m/s)
 λ : Incident wavelength (m)
 W_0 : Work function (J)

این رابطه نشان می‌دهد انرژی فوتون ابتدا صرف غلبه بر تابع کار می‌شود و انرژی باقی‌مانده به انرژی جنبشی بیشینه الکترون تبدیل خواهد شد.

در نتیجه:

$$h f = W_0 + K_{\max}$$

یک نکته مفهومی مهم این است که افزایش شدت نور، در شرایط مناسب، تعداد فوتون‌های ورودی و در نتیجه تعداد الکترون‌های خارج‌شده را افزایش می‌دهد؛ اما انرژی جنبشی بیشینه الکترون‌ها به بسامد نور وابسته است، نه صرفاً شدت آن.

نکات مهم فرمول‌های اتمی و هسته‌ای

برای استفاده بهتر از فرمول‌های اتمی و هسته‌ای در حل مسائل، نکات زیر اهمیت زیادی دارند:

- انرژی هر فوتون با $E=hf$ محاسبه می‌شود.
- فوتون با طول موج کوتاه‌تر، انرژی بیشتری دارد.
- واحد رایج انرژی در فیزیک اتمی و هسته‌ای، الکترون‌ولت است.
- در گذار اتمی، اختلاف انرژی دو تراز برابر انرژی فوتون گسیل‌شده یا جذب‌شده است.
- در واپاشی آلفا، عدد جرمی ۴ واحد و عدد اتمی ۲ واحد کاهش می‌یابد.
- در واپاشی بتای منفی، عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد.
- در واپاشی بتای مثبت، عدد اتمی یک واحد کاهش می‌یابد.
- در واپاشی گاما، عدد جرمی و عدد اتمی تغییر نمی‌کنند.
- پس از هر نیمه‌عمر، تعداد هسته‌های پرتوزا به نصف مقدار قبلی می‌رسد.
- در اثر فوتوالکتریک، حداقل بسامد لازم برای خروج الکترون وجود دارد.
- انرژی جنبشی بیشینه فوتوالکتریک از اختلاف انرژی فوتون و تابع کار به دست می‌آید.

این پوستر برای چه کسانی مناسب است؟

این پوستر برای دانش‌آموزانی مناسب است که می‌خواهند مباحث اتمی و هسته‌ای را به صورت تصویری و خلاصه مرور کنند، از جمله:

- دانش‌آموزان پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم
- دانش‌آموزان رشته‌های ریاضی و تجربی
- داوطلبان کنکور و آزمون‌های آزمایشی
- دانش‌آموزان در مرحله جمع‌بندی فیزیک
- دبیران فیزیک برای مرور سریع روابط
- دانش‌آموزانی که به یادگیری تصویری و فرمول‌محور علاقه دارند

این محصول به خصوص برای مرور سریع مجموعه‌ای از فرمول‌های اتمی و هسته‌ای پیش از آزمون می‌تواند کاربردی باشد.

مزایای پوستر فرمول‌نامه تصویری فیزیک

این پوستر روابط مهم فیزیک اتمی و هسته‌ای را از چند مبحث مرتبط در یک صفحه جمع کرده است. قرار گرفتن فرمول‌های انرژی فوتون، مدل بور، واپاشی هسته‌ای، نیمه‌عمر و اثر فوتوالکتریک در کنار تصاویر و نمودارهای مرتبط، باعث می‌شود مرور این مباحث سریع‌تر و منظم‌تر انجام شود.

همچنین نمایش تصویری ترازهای انرژی، هسته‌های مادر و دختر، ذره آلفا، الکترون، پوزیترون، فوتون گاما و فرایند فوتوالکتریک، به ارتباط دادن فرمول‌ها با مفاهیم فیزیکی کمک می‌کند.

برای دانش‌آموزی که پیش از آزمون به یک مرجع خلاصه برای فرمول‌های اتمی و هسته‌ای نیاز دارد، این پوستر می‌تواند در کنار کتاب درسی و جزوه مورد استفاده قرار گیرد.

جمع‌بندی

فرمول‌نامه تصویری فیزیک | بخش ۱۴: اتمی و هسته‌ای مجموعه‌ای از مهم‌ترین روابط فیزیک اتمی، هسته‌ای و کوانتومی را در قالب یک پوستر تصویری ارائه می‌کند؛ از انرژی فوتون و رابطه ریدبرگ گرفته تا واپاشی‌های آلفا، بتا و گاما، نیمه‌عمر و اثر فوتوالکتریک.

با توجه به اینکه این بخش، آخرین بخش مجموعه فرمول‌نامه تصویری فیزیک است، می‌تواند به‌عنوان یک پوستر جمع‌بندی برای مرور سریع فرمول‌های اتمی و هسته‌ای مورد استفاده قرار گیرد.