کدکنترل

122

A

پنج‌شنبه

۱۴۰۳/۰۳/۱۷

دوپینگ ماز کنکور ۱۴۰۳

گروه آموزشی ماز

# دورهٔ جمع‌بندی دوپینگ ماز

## گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

## دفترچهٔ پاسخ فیزیک

(فصل ۴ و ۵ دهم و فصل ۱ یازدهم)

| درس | مسئول درس | طراحان | ویراستاران |
|---|---|---|---|
| فیزیک | سجاد صادقی‌زاده | سجاد صادقی‌زاده - سعید احمدی<br>عباس غریبی - میثم دشتیان<br>ارسلان رحمانی | محمدجواد سورچی<br>پویا هدایتی |

حق چاپ و تکثیر سوالات به هر روش(الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

## اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

خب رسیدیم به فصل ۴ و ۵ فیزیک دهم و فصل ۱ فیزیک یازدهم. بدون مقدمه بریم این فصل‌ها رو یه بررسی سریع کنیم و بعدش تست‌ها رو حل کنیم.

### فصل ۴ فیزیک دهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

بدون معطلی به نمودار زیر نگاه کنین!

توی کنکور اردیبهشت، از «انبساط» و «روش‌های انتقال گرما» سؤال نیومده بود، پس احتمال مطرح شدن اونا توی کنکور تیرماه زیاده!

۱- چرا این فصل مهمه؟

از این فصل، توی کنکور دو تا تست مطرح می‌شه که یکیش معمولاً خیلی آسونه و این باعث اهمیت زیاد این فصل می‌شه!

۲- توی کنکورهای اخیر، چند سؤال از این فصل اومده؟

جدول زیر رو نگاه کنین!

| سال / رشته | ۱۳۹۹ | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۱ | ۱۴۰۲ (نوبت اول) | ۱۴۰۲ (نوبت دوم) | ۱۴۰۳ (نوبت اول) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تجربی | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ |
| ریاضی | ۳ | ۲ | ۲ | ۱ | ۳ | ۲ |

### فصل ۵ فیزیک دهم

بچه‌ها فصل ترمودینامیک از اون فصلایی هست که معمولاً دانش‌آموزا کم‌تر بهش توجه می‌کنن و چون فقط مخصوص رشتهٔ ریاضی هست، کتاب‌های تست هم در مورد این فصل کم‌کاری می‌کنن؛ اما تجربهٔ کنکورهای چند سال گذشته نشون داده که معمولاً ۲ سؤال از این فصل توی کنکور بچه‌های ریاضی مطرح می‌شه که نشون‌دهندهٔ اهمیت این فصله! توی جدول زیر تعداد سؤالایی که از این فصل توی کنکورهای اخیر اومده رو براتون آوردیم.

| سال / رشته | ۱۳۹۹ | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۱ | ۱۴۰۲ (نوبت اول) | ۱۴۰۲ (نوبت دوم) | ۱۴۰۳ (نوبت اول) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ریاضی | ۲ | ۴ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ |

مباحث مهم فصل ترمودینامیک رو هم توی نمودار زیر براتون آوردیم:

### فصل ۱ فیزیک یازدهم

خب بریم سراغ فصل مهم «الکتریسیتهٔ ساکن» از فیزیک یازدهم. بعضی از قسمت‌های این فصل نسبتاً دشوار هستن و ما سعی کردیم توی این آزمون سؤالات متنوعی از این مباحث براتون طرح کنیم تا حسابی واسه کنکور آماده باشین! یکم با این فصل آشنا بشیم و بعدش بریم باهمدیگه سراغ بررسی سؤالاتش.

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

مهم‌ترین مباحث این فصل، مباحث مربوط به «قانون کولن»، «میدان الکتریکی»، «پتانسیل و انرژی پتانسیل الکتریکی» و «خازن» هستن. از مباحث اولیهٔ فصل مثل «گسستگی بار الکتریکی» و «روش‌های باردار کردن اجسام» هم غافل نشین که ممکنه ازشون سؤال بیاد. دانش‌آموزای رشتهٔ ریاضی علاوه‌بر مباحث بالا، مبحث «چگالی سطحی بار الکتریکی» رو هم دارن که خیلی مهمه!

www.biomaze.ir

توی کنکور اردیبهشت هیچ سؤالی از «پتانسیل الکتریکی» و «انرژی پتانسیل الکتریکی» نیومد که یکم عجیب بود! به‌نظر ما مطرح شدن سؤال از این مباحث توی کنکور تیرماه قطعیه!

۲- چرا این فصل مهمه؟

از این فصل حدوداً ۳ یا ۴ سؤال توی کنکور مطرح می‌شه که تعداد قابلِ‌توجهیه. از طرفی مباحث این فصل قابلیت ترکیب با مطالب فصل‌های بعدی فیزیک یازدهم رو هم دارن که باعث می‌شه اهمیت این فصل بیش‌تر هم بشه.

۳- توی کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

توی جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل توی کنکور اومده رو براتون آوردیم:

| سال / رشته | ۱۳۹۹ | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۱ | ۱۴۰۲ (نوبت اول) | ۱۴۰۲ (نوبت دوم) | ۱۴۰۳ (نوبت اول) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تجربی | ۳ | ۴ | ۴ | ۳ | ۳ | ۳ |
| ریاضی | ۴ | ۵ | ۴ | ۳ | ۳ | ۳ |

www.biomaze.ir

۱- برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از ..... استفاده می‌شود و به تصاویر به‌دست‌آمده از آن ..... می‌گویند.

۱) تفسنج - تفسنجی
۲) دمانگار - دمانگاشت
۳) تفسنج - دمانگاشت
۴) دماپا - تفسنجی

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۰۰۴)

**انتقال گرما به روش تابش**

گرما از ۳ طریق، رسانش، همرفت و تابش منتقل می‌شود که به بهانه این تست نکات مربوط به انتقال گرما به روش تابش را در این درس‌نامه برای شما شرح می‌دهیم.

۱- هر جسم می‌تواند از خود تابش الکترومغناطیسی گسیل کند که شدت این تابش به دمای جسم بستگی دارد و آن را تابش گرمایی گویند.

۲- این انتقال گرما به محیط مادی نیاز ندارد و در خلأ منتشر می‌شود؛ مانند انتقال گرمای خورشید به زمین که از فضای خلأ بین خورشید و زمین عبور می‌کند.

۳- سریع‌ترین روش انتقال گرما بوده و سرعت آن در خلأ برابر $c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$ است.

۴- تابش گرمایی در دماهای زیر حدود $۵۰۰^{\circ}C$ عمدتاً به‌صورت تابش فروسرخ است.

۵- برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ از دستگاه دمانگار استفاده می‌شود و تصویر حاصل از دمانگار را دمانگاشت گویند. ← این مورد پاسخ تست است.

۶- تابش گرمایی علاوه‌بر دما به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح جسم بستگی دارد.

۷- تابش سطح‌های صیقلی با رنگ‌های روشن کم و از سطح تیره، ناصاف و مات بیش‌تر است.

۸- برای آزمایش تأثیر سطح و رنگ از مکعب لسلی استفاده می‌شود.

۹- یکی از کاربردهای تابش گرمایی، استفاده در دماسنج تفسنج است و به روش اندازه‌گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی، تفسنجی گویند.

۱۰- دو نوع تفسنج داریم، تفسنج تابشی و نوری که تفسنج تابشی جزو دماسنج‌های معیار است ولی تفسنج نوری جزو دماسنج‌های معیار نیست.

۱۱- اندام حفره‌ای روی پوزهٔ مارهای زنگی که نسبت به تابش فروسرخ حساس است سبب می‌گردد که مار طعمه‌های خون‌گرم را در تاریکی تشخیص دهد.

۱۲- کلم اسکانک، می‌تواند دمایش را با دمای محیط بالاتر ببرد و انرژی خود را با تابش فروسرخ از دست داده و برف پیرامونش را در زمستان آب کند.

گروه آموزشی ماز

۲- گرم‌ترین نقطهٔ روی زمین، ناحیه‌ای در کویر لوت است که دمای آن تا حدود $۱۵۸^{\circ}F$ و سردترین نقطه در قطب جنوب است که دمای آن تا $-۸۹^{\circ}C$ گزارش شده است. اختلاف این دو دما چند کلوین است؟

۱) ۶۹
۲) ۱۵۹
۳) ۲۴۷
۴) ۴۳۳

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

**نکته:**

اختلاف دما برحسب کلوین و درجهٔ سلسیوس یکسان است.

$$\Delta\theta = \Delta T$$

**پاسخ تشریحی:**

**گام اول:**

بالاترین دما برحسب درجهٔ سلسیوس برابر است با:

$$F = \frac{۹}{۵}\theta_{۱} + ۳۲ \Rightarrow ۱۵۸ = \frac{۹}{۵}\theta_{۱} + ۳۲ \Rightarrow \theta_{۱} = ۷۰^{\circ}C$$

**گام آخر:**

اختلاف دماها برابر است با:

$$\theta_{۱} - \theta_{۲} = ۷۰ - (-۸۹) = ۱۵۹^{\circ}C$$

$$\Rightarrow \Delta T = ۱۵۹K$$

گروه آموزشی ماز

۳- اگر به جسم A به جرم m، گرمای Q داده شود، دمای آن $۱۰^{\circ}C$ بالا می‌رود. اگر به جسم B به جرم ۲m، گرمای ۸Q داده شود، دمای آن $۵^{\circ}C$ بالا می‌رود. گرمای ویژهٔ جسم A چند برابر گرمای ویژهٔ جسم B است؟

۱) $\frac{۱}{۸}$
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) ۲
۴) ۸

www.biomaze.ir

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

## گرما

هنگامی که به یک جسم، گرما می‌دهیم، دو حالت می‌تواند رخ دهد.

**گرما**

۱- می‌تواند باعث تغییر دمای یک جسم شود. مثلاً وقتی به آب درون کتری گرما می‌دهیم، داغ می‌شود و دمای آن بالا می‌رود.

۲- می‌تواند باعث تغییر حالت (فاز) جسم شود. مثلاً وقتی به یک قطعه یخ صفر درجهٔ سلسیوس گرما می‌دهیم، ذوب خواهد شد.

در این قسمت به بررسی بالا رفتن دمای جسم براثر گرما می‌پردازیم.

## گرمای لازم برای تغییر دما

این گرما با جرم جسم و تغییر دمای آن متناسب است و طبق رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$Q = mc\Delta\theta \quad \text{یا} \quad Q = C\Delta\theta$$

در این روابط، $c$ گرمای ویژهٔ جسم و $C$، ظرفیت گرمایی آن است.

**گرمای ویژه:** مقدار گرمایی است که یک کیلوگرم از ماده می‌گیرد تا دمای آن یک درجهٔ سلسیوس بالا برود. گرمای ویژه وابسته به جنس ماده است و یکای استاندارد آن $\frac{J}{kg.K}$ است.

## ظرفیت گرمایی

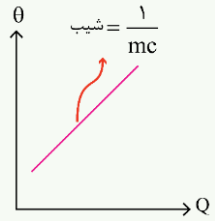
مقدار گرمایی که جسم می‌گیرد تا دمای آن $1^\circ C$ (یا $1\ K$) افزایش یابد، ظرفیت گرمایی گویند و یکای SI آن $\frac{J}{k}$ است.

**تذکر:** $Q > 0$ نشان‌دهندهٔ گرما گرفتن و $Q < 0$ نشان‌دهندهٔ گرما از دست دادن است.

### نکتهٔ ۱:

مطابق رابطهٔ $Q = mc\Delta\theta$ داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow Q \text{ برحسب } \theta \text{ نمودار شیب}: \frac{\Delta\theta}{Q} = \frac{1}{mc} = \frac{1}{C}$$




بنابراین شیب نمودار $\theta$ برحسب $Q$ برابر عکس ظرفیت گرمایی جسم است. دقت کنید که این نمودار فقط به ما کمک می‌کند تا ظرفیت گرمایی را برای دو جسم مقایسه کنیم. اگر بخواهیم گرمای ویژه را هم مقایسه کنیم، باید راجع به جرم دو جسم اطلاعات داشته باشیم. دقت کنید اگر نمودار $Q$ برحسب $\theta$ داده شود، شیب آن برابر ظرفیت گرمایی $C$ است.

### نکتهٔ ۲:

۱- هنگامی که دمای دو جسم با گرفتن گرما تغییر می‌کند، برای مقایسهٔ آن‌ها می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{c_2}{c_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

۲- درصورتی‌که به‌جای جرم جسم‌ها، چگالی و حجم آن‌ها داده شده باشد، برای مقایسهٔ آن‌ها از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ m = \rho V \end{cases} \rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{V_2}{V_1} \times \frac{c_2}{c_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

## پاسخ تشریحی:

برای مقایسهٔ دو جسم به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\rightarrow \frac{Q}{8Q} = \frac{m}{2m} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{10}{5} \rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{1}{8}$$

۴- ۲۸۲ گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس را در کنار مقداری بخار آب ۱۰۰°C قرار می‌دهیم. اگر پس از برقراری تعادل گرمایی ۱۰ گرم بخار باقی بماند، جرم بخار اولیه چند گرم بوده است؟ $(c_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.K}\ ,\ L_V=۲۲۵۶\frac{KJ}{kg}\ ,\ L_F=۳۳۶\frac{kJ}{kg})$

۱) ۱۰۴/۵ ۲) ۹۴/۵ ۳) ۸۴/۵ ۴) ۱۱۴/۵

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

**نکات طلایی:**

نکته ۱: در مسائل تعادل گرمایی نیاز نیست کمیت‌ها الزاماً در SI باشند، بلکه همیکا باشند کافی است!

نکته ۲: در مسائل تعادل گرمایی پس از نوشتن رابطهٔ مربوطه می‌توانیم عوامل مشترک در تمام جمله‌ها را خط بزنیم!

نکته ۳: هرگاه در یک سؤال، پس از برقراری تعادل، آب و یخ در کنار هم داشته باشیم، دمای تعادل الزاماً صفر و هرگاه پس از برقراری تعادل، آب و بخار آب در کنار هم داشته باشیم، دمای تعادل الزاماً ۱۰۰°C است.

**پاسخ تشریحی:**

چون پس از برقراری تعادل، بخار باقی‌مانده در مجموعه داریم پس دمای تعادل همان ۱۰۰°C است و همهٔ این بخار دچار میعان نشده است. اگر جرم اولیهٔ بخار m بوده باشد با توجه به این‌که ۱۰g بخار باقی مانده است پس جرم بخاری که دچار میعان شده است معادل $(m-۱۰)$ می‌باشد.

$$\boxed{۰°C\ یخ} \rightarrow \boxed{۰°C\ آب} \rightarrow \underbrace{\boxed{۱۰۰°C\ آب} \boxed{۱۰۰°C\ آب\ (m-۱۰)}}_{\text{تعادل گرمایی}} \leftarrow \boxed{۱۰۰°C\ بخار\ m}$$

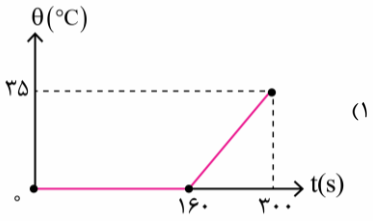
$$Q_{یخ}+Q_{بخار}=۰ \rightarrow (m_{یخ}L_F)+(m_{یخ}c_{آب}\Delta\theta)-(m_{بخار}-۱۰)L_V=۰$$

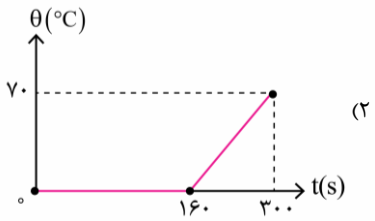
$$\rightarrow (۲۸۲\times ۳۳۶۰۰۰)+(۲۸۲\times ۴۲۰۰\times ۱۰۰)-(m_{بخار}-۱۰)\times ۲۲۵۶۰۰۰=۰$$

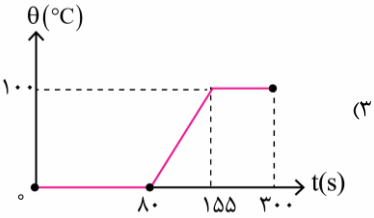
$$\rightarrow m_{بخار}-۱۰=۹۴/۵ \rightarrow m_{بخار}=۱۰۴/۵g$$

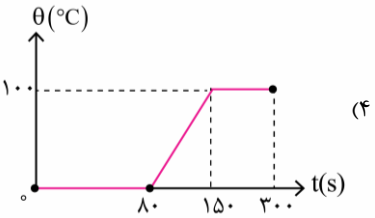
گروه آموزشی ماز

۵- به ۰/۵kg یخ صفر درجهٔ سلسیوس با گرمکنی با توان ۱۰۵۰W به مدت ۵ دقیقه گرما می‌دهیم. نمودار تغییرات دمای آن برحسب زمان در کدام گزینه به‌درستی رسم شده است؟ $(c_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.K}\ ,\ L_F=۳۳۶۰۰۰\frac{J}{kg}\ ,\ L_V=۲۱۰۰\frac{kJ}{kg})$

۱)



۲)



۳)



۴)



پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۰۰۴)

**گرما**

فرض کنید یک جسم جامد داریم که به‌آرامی به آن گرما می‌دهیم. این جسم مراحل زیر را طی می‌کند:

۱- در ابتدا با گرفتن گرما، دمای جسم جامد بالا می‌رود تا به دمای ذوب برسد. در این مرحله، گرمای گرفته‌شده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$Q=mc_{جامد}\Delta\theta$$

۲- پس از رسیدن به دمای ذوب، جسم جامد با گرفتن گرما به‌تدریج ذوب می‌شود و دمای آن ثابت می‌ماند. فرایند ذوب شدن می‌تواند آن‌قدر ادامه پیدا کند تا کل جسم جامد ذوب شود. گرمای گرفته‌شده در این مرحله برابر است با:

$$Q=mL_F$$

۳- پس از آن‌که جسم جامد به‌طور کامل ذوب شد، مایع به‌دست‌آمده گرما می‌گیرد و دمای آن به‌تدریج بالا می‌رود. گرمای گرفته‌شده در این مرحله برابر است با:

www.biomaze.ir

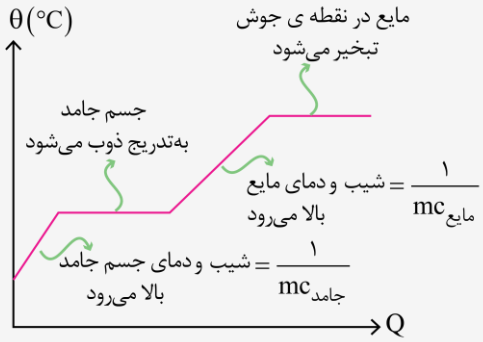
$Q = mc_{\text{مایع}}\Delta\theta$

در این مرحله از تبخیر سطحی مایع صرف‌نظر کرده‌ایم.

۴- پس از آن‌که دمای مایع تا دمای جوش بالا رفت، مایع با گرفتن گرمای بیش‌تر شروع به تبخیر شدن می‌کند. گرمای گرفته‌شده در این مرحله برابر است با:

$Q = mL_V$

مراحل فوق را می‌توان در نمودار روبه‌رو به‌طور خلاصه بیان کرد:




**نکته:**

۱- هنگامی که آهنگ گرما گرفتن جسم یا همان توان را داریم، در مسائلی که فقط دمای جسم تغییر می‌کند، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ Q = P_{\text{واقعی}}\, t \end{cases} \rightarrow P_{\text{واقعی}}\, t = mc\Delta\theta$$

۲- اگر توان اسمی گرمکن و بازده آن را داشته باشیم، می‌توان به‌صورت زیر عمل کرد:

$$\text{بازده: } Ra = \frac{P_{\text{واقعی}}}{P_{\text{اسمی}}} \rightarrow P_{\text{واقعی}} = (Ra) \times P_{\text{اسمی}}$$

$$\xrightarrow{P_{\text{واقعی}}\, t = mc\Delta\theta} (Ra) \times P_{\text{اسمی}}\, t = mc\Delta\theta$$

۳- اگر گرما باعث تغییر حالت شود، کافی است $Q = P_{\text{واقعی}}\, t$ را برابر با گرمای تغییر حالت (مثلاً $Q = mL_F$) قرار دهیم.

۴- اگر جسم جامد با یک گرمکن گرم شود، شکل کلی نمودار $\theta - t$ آن شبیه نمودار $\theta - Q$ رسم‌شده می‌شود.

**پاسخ تشریحی:**

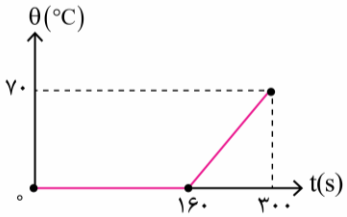
یخ صفر درجهٔ سلسیوس ابتدا گرما می‌گیرد تا کاملاً ذوب شود. زمان ذوب یخ برابر است با:

$$\begin{cases} Q = mL_F \\ Q = Pt \end{cases} \rightarrow Pt = mL_F \rightarrow ۱۰۵۰t = ۰/۵ \times ۳۳۶۰۰۰ \rightarrow t = ۱۶۰s$$

بنابراین در ۱۶۰s اول، نمودار به‌صورت خطی افقی در دمای صفر درجهٔ سلسیوس خواهد بود و یکی از گزینه‌های (۱) یا (۲) می‌توانند صحیح باشند. تا پایان زمان ۵ دقیقه (۳۰۰s)، ۱۴۰s دیگر باقی مانده است. در این مدت دمای آب بالا می‌رود.

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ Q = Pt \end{cases} \rightarrow Pt = mc\Delta\theta \rightarrow ۱۰۵۰ \times ۱۴۰ = ۰/۵ \times ۴۲۰۰\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = ۷۰°C$$

بنابراین در قسمت دوم نمودار، دمای آب $۷۰°C$ بالا می‌رود.




گروه آموزشی ماز

**۶- ۲۰۰ گرم یخ با دمای $-۲۰°C$ را درون یک گرمکن با توان ۱۶۸۰W قرار می‌دهیم. اگر گرمکن را به مدت ۹ ثانیه روشن کنیم، با فرض این‌که تمام گرمای گرمکن به یخ برسد، جرم آب موجود در مجموعه در انتهای این مدت‌زمان، چند درصد از جرم اولیهٔ یخ است؟**

$$(L_F = ۳۳۶\frac{kJ}{kg}\ ,\ c_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰\frac{J}{kgK}\ ,\ c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\frac{J}{kgK})$$

۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۱۰۰
۴) در این لحظه هنوز آب در مجموعه وجود ندارد.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

**پاسخ تشریحی:**

بیایید در گام نخست محاسبه کنیم گرمایی که گرمکن در مدت ۹ ثانیه به یخ داده است چقدر می‌باشد:

$$P=\frac{Q}{\Delta t}\rightarrow Q=P\Delta t=۱۶۸۰\times ۹=۱۵۱۲۰J$$

اکنون محاسبه کنیم این جرم از یخ برای رسیدن به دمای صفر به چقدر گرما نیاز دارد:

$$Q_۱=mc_{\text{یخ}}\Delta\theta=۰/۲\times ۲۱۰۰\times(۰-(-۲۰))=۸۴۰۰J$$

این مقدار کم‌تر از گرمای داده‌شده توسط گرمکن است؛ بنابراین اختلاف این دو مقدار صرف تغییر حالت (ذوب) یخ می‌گردد:

$$Q_{\text{ذوب}}=۱۵۱۲۰-۸۴۰۰=۶۷۲۰J$$

اکنون می‌توان جرم یخ ذوب‌شده را به‌دست آورد:

$$Q=mL_F\rightarrow ۶۷۲۰=m\times ۳۳۶۰۰۰\rightarrow m=۰/۰۲kg=۲۰g$$

درنهایت داریم:

$$\text{درصد یخ ذوب شده}=\frac{\text{جرم ذوب شده}}{\text{جرم کل}}\times ۱۰۰=\frac{۲۰}{۲۰۰}\times ۱۰۰=۱۰\%$$

گروه آموزشی ماز

**۷- درون ظرفی که مقداری آب $۸۰^\circ C$ وجود دارد، قطعه یخی با دمای صفر درجهٔ سلسیوس می‌اندازیم، پس از گذشت مدتی فقط $۲/۴kg$ آب با دمای $۶۰^\circ C$ درون ظرف خواهیم داشت. اختلاف جرم آب و یخ چند گرم بوده است؟ (مبادلهٔ گرما فقط بین آب و یخ بوده و $L_{F\,\text{یخ}}=۳۳۶۰۰۰\frac{J}{kg}$ و $c_{\text{آب}}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C}$ است)**

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۱۰۰ ۳) ۱۸۰۰ ۴) ۱۴۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

**تعادل آب و یخ**

هنگامی که مقداری آب و یخ در کنار یکدیگر قرار گیرند، آب که دمای بالاتری دارد، گرما از دست می‌دهد و یخ که دمای پایین‌تری دارد، این گرما را می‌گیرد، در اینجا ۲ حالت وجود خواهد داشت:

**حالت اول:** اگر آب و یخ با محیط، گرمایی مبادله نکنند؛ آن‌گاه: $Q_{\text{آب}}+Q_{\text{یخ}}=۰$

**حالت دوم:** اگر آب و یخ گرمای $Q'$ را با محیط مبادله کند، آن‌گاه: $Q_{\text{آب}}+Q_{\text{یخ}}=Q'$

**نکات طلایی:**

اگر به‌غیراز آب و یخ، جسم دیگری مانند فلز نیز در تبادل گرما شرکت داشته باشد، گرمایی که آن جسم نیز مبادله می‌کند باید با $Q$ های دیگر جمع شود.

اگر مقدار یکی از اجسام بسیار زیاد باشد، مانند قطعه یخ بزرگ یا استخر آب، دمای تعادل برابر با دمای آن جسم با مقدار زیاد خواهد بود. به‌عنوان مثال اگر فلزی با دمای $۵۰^\circ C$، روی قطعه یخ بزرگی با دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار گیرد، مقداری از یخ صفر ذوب شده و به آب صفر تبدیل می‌شود ولی دمای تعادل درنهایت برابر با دمای یخ یعنی صفر درجهٔ سلسیوس خواهد شد و محصول نهایی، یخ، آب و فلز صفر درجهٔ سلسیوس خواهد بود.

تنها در دمای صفر درجهٔ سلسیوس آب و یخ می‌توانند در کنار یکدیگر در تعادل گرمایی باشند، پس اگر در سؤالی گفته شد، درنهایت مقداری از یخ ذوب شده است، یعنی محصول نهایی آب و یخ است و این یعنی دمای تعادل $۰^\circ C$ است.

**کنکور سراسری علوم تجربی داخل- سال ۱۴۰۱:**

یک کیلوگرم یخ $-۱۰^\circ C$ را در فشار یک اتمسفر درون مقداری آب $۲۰^\circ C$ می‌اندازیم. اگر پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب به $۵^\circ C$ برسد، جرم آب چند کیلوگرم است؟ ($c_{\text{آب}}=۲c_{\text{یخ}}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C}$ و $L_F=۳۳۶۰۰۰\frac{J}{kg}$)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

**پاسخ: گزینهٔ ۴**

$$-۱۰^\circ C\text{ یخ}\xrightarrow{Q_۱}۰^\circ C\text{ یخ}\xrightarrow{Q_۲}۰^\circ C\text{ آب}\xrightarrow{Q_۳}۵^\circ C\text{ آب}\xleftarrow{Q_۴}۲۰^\circ C\text{ آب}$$

$$Q_۱+Q_۲+Q_۳+Q_۴=۰$$

$$\rightarrow m_۱c\Delta\theta_۱+m_۱L_F+m_۱c\Delta\theta_۳+mc\Delta\theta=۰$$

برای راحتی محاسبات، گرما را برحسب $kJ$ می‌نویسیم:



www.biomaze.ir

$$(۱\times۲/۱\times۱۰)+(۱\times۳۳۶)+(۱\times۴/۲\times۵)+(m\times۴/۲\times-۱۵)=۰$$

$$\xrightarrow{\div ۲۱} ۱+۱۶+۱-۳m=۰\rightarrow m=\frac{۱۸}{۳}=۶\,kg$$

و تست بعدی ...

**کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور- سال ۹۶:**

مخلوطی از یک کیلوگرم یخ و یک کیلوگرم آب در تعادل گرمایی قرار دارند. یک گلولهٔ فلزی ۳۰۰ گرمی که دمای آن $۸۰^\circ C$ و گرمای ویژهٔ آن $۴۲۰\frac{J}{kg.K}$ است، درون آن می‌اندازیم. تا رسیدن به تعادل گرمایی، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ ($c_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.K}$ و $L_F=۳۳۶\frac{kJ}{kg}$)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

**پاسخ: گزینهٔ ۲**

در ابتدا مخلوط آب و یخ در تعادل‌اند و دمای تعادل $۰^\circ C$ است.

طبق صورت سؤال و نیز با توجه به گزینه‌ها، نتیجه می‌شود در این فرایند تمام یخ ذوب نشده است؛ لذا درنهایت دمای آب و یخ و گلوله که هر سه به تعادل رسیده‌اند همچنان صفر است.

به این ترتیب دمای گلوله از $۸۰^\circ C$ به $۰^\circ C$ می‌رسد و گرمایی که گلوله از دست می‌دهد صرف ذوب مقداری از یخ می‌شود:

$$Q_{فلز}=Q_{یخ}\rightarrow m_{فلز}c_{فلز}\Delta\theta=m_{یخ}L_F$$

$$\rightarrow ۰/۳\times۴۲۰\times۸۰=m_{یخ}\times۳۳۶۰۰۰\rightarrow m_{یخ}=۰/۰۳\,kg=۳۰\,g$$

**پاسخ تشریحی:**

چون درنهایت فقط آب $۶۰^\circ C$ درون ظرف وجود دارد، پس تمام یخ ذوب شده است، جرم یخ را با $m_i$ و جرم آب اولیهٔ درون ظرف را با $m_w$ نشان می‌دهیم، پس می‌توان نوشت:

$$Q_{یخ}+Q_{\text{آب حاصل از یخ}}+Q_{آب}=۰\rightarrow m_iL_F+m_ic_w\Delta\theta+m_wc_w\Delta\theta_w=۰\xrightarrow[\Delta\theta_w=۶۰-۸۰=-۲۰^\circ C]{\Delta\theta=۶۰-۰=۶۰^\circ C}$$

$$۳۳۶۰۰۰m_i+m_i\times۴۲۰۰\times۶۰+m_w\times۴۲۰۰\times(-۲۰)=۰\xrightarrow{\div ۴۲۰۰}$$

$$۸m_i+۶m_i-۲m_w=۰\rightarrow ۱۴m_i=۲m_w\rightarrow m_w=۷m_i$$

از طرفی، جرم محصول نهایی همان مجموع جرم آب اولیه و یخ صفر درجه است، پس:

$$m_w+m_i=۲۴۰۰\xrightarrow{m_w=۷m_i}۸m_i=۲۴۰۰\rightarrow m_i=۳۰۰\,g\rightarrow m_w=۷\times۳۰۰=۲۱۰۰\,g$$

پس اختلاف جرم آب اولیه و یخ اولیه، $۱۸۰۰\,g=۳۰۰-۲۱۰۰$ است.

گروه آموزشی ماز

**۸- مخلوط ۳۰۰ g آب و ۱۰۰ g یخ در تعادل گرمایی هستند. با انداختن فلزی به جرم ۴ kg و دمای $۱۰۰^\circ C$ در این مخلوط، آب و یخ ۶۷۲۰۰ J گرما دریافت کرده و هر سه به تعادل گرمایی می‌رسند. گرمای ویژهٔ فلز چند $\frac{J}{kg.^\circ C}$ است؟ (مجموعه هیچ تبادل گرمایی با محیط ندارد.)**

$$(L_F=۳۳۶\frac{kJ}{kg}\ ,\ c_{آب}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})$$

۱) ۲۱۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۲۳۰ ۴) ۱۵۰

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

**پاسخ تشریحی:**

اولاً دقت کنید که در حالت اول، چون مخلوط آب و یخ در تعادل‌اند، پس دمای هرکدام صفر درجهٔ سلسیوس است. دوماً، با انداختن فلز در مخلوط آب و یخ، چون دمای فلز بیش‌تر است، گرما از دست می‌دهد و این گرما را مخلوط آب و یخ دریافت می‌کنند که طبق گفته سؤال، این گرما ۶۷۲۰۰ J است. حال در گام‌های زیر سؤال را حل می‌کنیم:

**گام اول:**

گرمای لازم برای ذوب ۱۰۰ g یخ برابر است با:

$$Q=mL_F=۰/۱\times۳۳۶۰۰۰=۳۳۶۰۰\,J$$

**گام آخر:**

چون گرمای دریافتی یخ و آب، بیش‌تر از گرمای لازم برای ذوب ۱۰۰ g یخ صفر درجهٔ سلسیوس است، پس تمام یخ، ذوب شده و باقی‌ماندهٔ گرمای دریافتی، صرف افزایش دمای آب صفر جدید (۴۰۰ گرم آب)، خواهد شد:

www.biomaze.ir

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow ۶۷۲۰۰ - ۳۳۶۰۰ = (۰/۱ + ۰/۳) \times ۴۲۰۰ \times \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = ۲۰^\circ C \xrightarrow{\theta_۱ = ۰^\circ C} \theta_۲ = ۲۰^\circ C$$

پس دمای آب (و یخ ذوب‌شده)، بعد از رسیدن به تعادل گرمایی، برابر $۲۰^\circ C$ می‌شود، این یعنی دمای تعادل $۲۰^\circ C$ بوده و فلز نیز با از دست دادن $۶۷۲۰۰ J$ گرما، به دمای $۲۰^\circ C$ خواهد رسید، حال برای فلز می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{فلز}} = m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} \Delta\theta_{\text{فلز}} \xrightarrow{\Delta\theta = \theta_e - \theta_{\text{فلز}}} -۶۷۲۰۰ = ۴ \times c_{\text{فلز}} \times (۲۰ - ۱۰۰) \rightarrow c_{\text{فلز}} = ۲۱۰ \frac{J}{kg.^\circ C}$$



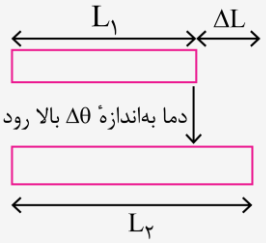
**۹- در مدت یک سال، اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین دمای هوا در شهری برابر $۴۵^\circ F$ است. اگر طول یک پل در سردترین روز این شهر برابر $۱km$ باشد، طول این پل در گرم‌ترین روز این شهر چند متر است؟ $(\alpha = ۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{۱}{K})$**

۱) ۱۰۰۰/۲ ۲) ۱۰۰۰/۵ ۳) ۱۰۰۰/۹ ۴) ۱۰۰۱

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

**انبساط طولی**

۱- هنگامی که به یک جسم گرما می‌دهیم تا دمای آن به‌اندازهٔ $\Delta\theta$ بالا برود، طول آن مطابق رابطهٔ زیر تغییر می‌کند:




$$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta\theta$$
$$L_۲ = L_۱ (۱ + \alpha \Delta\theta)$$

ضریب انبساط طولی با یکای $\frac{۱}{^\circ C}$ یا $\frac{۱}{K}$ : $\alpha$

۲- در سؤالات مربوط به انبساط طولی ۳ چیز ممکن است پرسیده شود:

الف: طول جسم چند برابر شده است؟

$$L_۲ = L_۱ (۱ + \alpha \Delta\theta) \rightarrow \text{چند برابر شدن طول}: \frac{L_۲}{L_۱} = ۱ + \alpha \Delta\theta$$

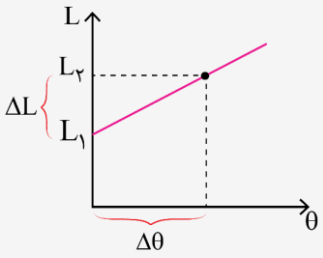
ب: طول جسم چقدر تغییر کرده است؟

$$\text{تغییر طول جسم}: \Delta L = L_۱ \alpha \Delta\theta$$

ج: طول جسم چند درصد تغییر کرده است؟

$$\text{درصد تغییر طول}: \alpha\Delta\theta \times (۱۰۰) \rightarrow \text{درصد تغییر طول}: \frac{\Delta L}{L_۱} \times \underbrace{(۱۰۰)}_{\text{تبدیل به درصد}} = \frac{L_۱ \alpha \Delta\theta}{L_۱} \times (۱۰۰)$$

۳- نمودار تغییرات طول جسم برحسب دما مطابق شکل زیر است:




$$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta\theta} = L_۱ \alpha$$

بنابراین شیب نمودار طول برحسب دما برابر $L_۱\alpha$ است و هم به جنس جسم و هم به طول اولیهٔ آن وابسته است.

**پاسخ تشریحی:**

**گام اول:**

تغییرات دما برحسب درجهٔ سلسیوس برابر است با:

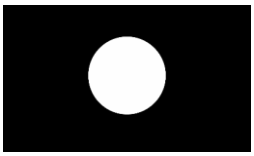
$$\Delta\theta = \frac{۵}{۹} \Delta F = \frac{۵}{۹} \times ۴۵ = ۲۵^\circ C$$

**گام آخر:**

طول نهایی پل برابر است با:

$$L_۲ = L_۱ (۱ + \alpha \Delta\theta) \rightarrow L_۲ = ۱۰۰۰ (۱ + ۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۲۵) = ۱۰۰۰/۵ m$$

۱۰- شکل زیر، یک ورقهٔ آلومینیمی به جرم ۴۰۰g را نشان می‌دهد که درون آن یک حفرهٔ دایره‌ای به قطر ۲۰cm ایجاد شده است. اگر ۱۸kJ گرما به این ورقهٔ آلومینیمی بدهیم، مساحت این حفره چند سانتی‌متر مربع افزایش می‌یابد؟ $(\pi \simeq ۳ \ , \ c_{\text{آلومینیم}} = ۹۰۰ \frac{J}{kg.^\circ C} \ , \ \alpha_{\text{آلومینیم}} = ۲۳ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{^\circ C})$



۱) ۰/۰۴۶ ۲) ۰/۰۶۹
۳) ۰/۴۶ ۴) ۰/۶۹

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

**انبساط سطحی**

۱- اگر به‌جای ضریب انبساط طولی $(\alpha)$ در روابط انبساط طولی از ضریب انبساط سطحی $(\gamma = ۲\alpha)$ استفاده کنیم، روابط تغییر مساحت جسم در اثر انبساط به‌دست می‌آید:

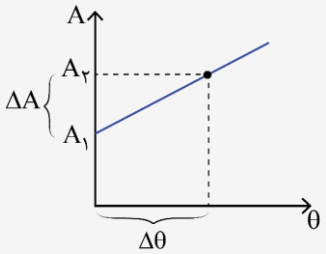
$$A_۲ = A_۱(۱ + ۲\alpha\Delta\theta) \qquad \Delta A = A_۱(۲\alpha)\Delta\theta$$

چند برابر شدن مساحت: $\frac{A_۲}{A_۱} = ۱ + ۲\alpha\Delta\theta$

مقدار تغییر مساحت: $\Delta A = A_۱(۲\alpha)\Delta\theta$

درصد تغییر مساحت: $\frac{\Delta A}{A_۱} \times (۱۰۰) = ۲\alpha\Delta\theta \times (۱۰۰)$

۲- نمودار تغییرات مساحت برحسب دما به شکل زیر خواهد بود:




$$\Delta A = A_۱(۲\alpha)\Delta\theta$$
$$\rightarrow \frac{\Delta A}{\Delta\theta} = ۲\alpha A_۱$$

بنابراین شیب نمودار مساحت برحسب دما برابر $۲\alpha A_۱$ است.

**پاسخ تشریحی:**

**گام اول:**

محاسبهٔ تغییر دمای ورقهٔ آلومینیمی $(\Delta\theta)$، پس از آن‌که به ورقهٔ آلومینیمی ۱۸kJ گرما می‌دهیم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow[m=۴۰۰g=۰/۴kg=۴\times۱۰^{-۱}kg \ , \ c_{\text{آلومینیم}}=۹۰۰\frac{J}{kg.^\circ C}]{Q=۱۸kJ=۱۸\times۱۰^{۳}J} ۱۸\times۱۰^{۳} = ۴\times۱۰^{-۱}\times۹۰۰\times\Delta\theta$$

$$\rightarrow \Delta\theta = \frac{۱۸\times۱۰^{۳}}{۴\times۱۰^{-۱}\times۹۰۰} \rightarrow \Delta\theta = ۵۰^\circ C$$

**گام دوم:**

محاسبهٔ مساحت اولیهٔ حفرهٔ دایره‌ای $(A_۱)$ قبل از آن‌که به ورقهٔ آلومینیمی ۱۸kJ گرما بدهیم:

با توجه به این‌که حفرهٔ درون ورقهٔ آلومینیمی، دایره‌ای‌شکل است، مساحت اولیهٔ این حفرهٔ دایره‌ای $(A_۱)$، از رابطهٔ $\text{مساحت دایره} = \pi r^۲$، به‌دست می‌آید، پس داریم:

$$A_۱ = \pi r^۲ \xrightarrow[r=\frac{D}{۲}]{\pi\simeq۳ \ , \ D=۲۰cm} r=\frac{۲۰}{۲}=۱۰cm \rightarrow A_۱ = ۳\times(۱۰)^۲$$

$$\rightarrow A_۱ = ۳\times۱۰۰ \rightarrow A_۱ = ۳۰۰cm^۲$$

**گام آخر:**

محاسبهٔ تغییر مساحت حفرهٔ دایره‌ای $(\Delta A)$، پس از آن‌که به ورقهٔ آلومینیمی ۱۸kJ گرما می‌دهیم:

$$\Delta A = A_۱ ۲\alpha\Delta\theta \xrightarrow{A_۱=۳۰۰cm^۲ \ , \ \alpha=۲۳\times۱۰^{-۶}{}^\circ C^{-۱} \ , \ \Delta\theta=۵۰^\circ C} \Delta A = ۳۰۰\times۲\times۲۳\times۱۰^{-۶}\times۵۰ \rightarrow \Delta A = ۰/۶۹cm^۲$$

پس مساحت حفرهٔ دایره‌ای، پس از آن‌که به ورقهٔ آلومینیمی ۱۸kJ گرما می‌دهیم، $۰/۶۹cm^۲$ افزایش می‌یابد.

۱۱- در یک روز گرم یک باری مخزنی حامل سوخت با $۴۰۰۰۰L$ بنزین بارگیری شده است. دمای هوا در محل تحویل سوخت $۲۰^\circ C$ کم‌تر از محلی است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟ $(\beta_{\text{بنزین}} \simeq ۹\times۱۰^{-۴}\frac{۱}{K})$

۱) ۳۹۲۸۰ ۲) ۳۷۸۴۰ ۳) ۴۰۷۲۰ ۴) ۴۲۱۶۰

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

پاسخ تشریحی:

حجم نهایی برابر است با:

$$V_۲ = V_۱(۱+\beta\Delta\theta) \Rightarrow V_۲ = ۴۰۰۰۰(۱+۹\times۱۰^{-۴}\times(-۲۰))$$
$$\Rightarrow V_۲ = ۴۰۰۰۰-۷۲۰ = ۳۹۲۸۰L$$

گروه آموزشی ماز

۱۲- درون سیلندری ۱۰ لیتر گاز کامل با دمای $۷^\circ C$ قرار دارد و فشارسنج، فشار آن را $۱۳ atm$ نشان می‌دهد. اگر دمای گاز را ۷۰ کلوین و حجم آن را ۷/۵ لیتر افزایش دهیم، فشارسنج چند اتمسفر را نشان خواهد داد؟ (فشار هوای محیط $۱ atm$ است)

۱) ۱۲ ۲) ۱۱ ۳) ۱۰ ۴) ۹

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۴)

**قانون گازها**

برای گازهای کامل می‌توان از رابطهٔ مقایسه‌ای زیر استفاده کرد:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}$$

$P$ : فشار مطلق گاز $V$ : حجم گاز $T$ : دمای مطلق گاز

$n$ : تعداد مول گاز است. $n$ را می‌توان از رابطه‌های زیر حساب کرد:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

$m$ : جرم گاز $M$ : جرم مولی گاز

$N$ : تعداد ذرات گاز $N_A$ : عدد آووگادرو

**نکات طلایی:**

۱- در رابطهٔ مقایسه‌ای بالا، یکای $P$ و $V$ لازم نیست حتماً در SI باشد، کافی است یکای این کمیت‌ها در دو طرف رابطه مشابه باشد ولی یکای دما در این رابطه حتماً باید برحسب کلوین باشد.

۲- اگر جرم یا تعداد مول گاز ثابت باشد، $n_۱ = n_۲$ شده و از دو طرف رابطه، ساده می‌شود. وقتی گازی از ظرف یا سیلندر خارج یا به آن وارد نشود، $n$ ثابت و از طرفین حذف می‌شود.

۳- اگر هرکدام از کمیت‌های $P$ ، $V$ و $T$ ثابت باشند، از طرفین رابطه ساده می‌شوند، برای مقدار معیّنی گاز کامل می‌توان نوشت:

✓ اگر فرایند هم‌دما باشد $\leftarrow T_۱ = T_۲ \leftarrow P_۱V_۱ = P_۲V_۲ \leftarrow$ قانون بویل

✓ اگر فرایند هم‌فشار باشد $\leftarrow P_۱ = P_۲ \leftarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \leftarrow$ قانون شارل

✓ اگر فرایند هم‌حجم باشد $\leftarrow V_۱ = V_۲ \leftarrow \frac{P_۱}{T_۱} = \frac{P_۲}{T_۲} \leftarrow$ قانون گیلوساک

۴- فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای گاز را نشان می‌دهند، درحالی‌که در رابطهٔ گازهای کامل، منظور از $P$ ، فشار مطلق گاز است؛ برای تبدیل عدد فشارسنج به فشار مطلق گاز از رابطهٔ فشار پیمانه‌ای باید استفاده شود:

$$P_g = P - P_.$$

$P_g$ : فشار پیمانه‌ای (عدد فشارسنج) $P$ :فشار مطلق گاز $P_.$ : فشار هوا

**کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۹۷:**

حجم مقدار معیّنی گاز کامل در دمای $۷^\circ C$ برابر با $۲ Lit$ است. در فشار ثابت دمای گاز را چند کلوین افزایش دهیم تا حجم گاز $۴۰۰ cm^۳$ افزایش یابد؟

۱) ۴۶ ۲) ۵۶ ۳) ۳۱۹ ۴) ۳۲۹

www.biomaze.ir

**پاسخ: گزینهٔ ۲**

چون فشار و مقدار گاز ثابت است، رابطهٔ مقایسه‌ای گازهای کامل به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{V_۲}{T_۲}=\frac{V_۱}{T_۱}\xrightarrow[V_۲=V_۱+\Delta V=۲L+۰/۴L=۲/۴L]{V_۱=۲L\ ,\ T_۱=۷+۲۷۳=۲۸۰K}\frac{۲/۴}{T_۲}=\frac{۲}{۲۸۰}\rightarrow T_۲=۳۳۶K$$

حال می‌توان تغییر دما را حساب کرد:

$$\Delta T=T_۲-T_۱=۳۳۶-۲۸۰=۵۶K$$

**کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۸:**

یک حباب هوا به حجم ۱/۴۰ سانتی‌متر مکعب از عمق دریاچه‌ای که فشار در آن محل $۱/۸\times۱۰^۵$ پاسکال و دما ۷ درجهٔ سلسیوس است، به سطح دریاچه می‌رسد که دما ۲۷ درجهٔ سلسیوس و فشار $۱/۰\times۱۰^۵$ پاسکال است. در این انتقال، حجم حباب چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟

۱) ۱/۳۰ ۲) ۱/۲۸ ۳) ۱/۰۷ ۴) ۰/۷۰

**پاسخ: گزینهٔ ۱**

وقتی حباب در عمق h قرار دارد، فشار گاز محبوس در حباب باید برابر با فشار مایع در عمق h باشد، چون در غیر این صورت حباب می‌ترکد، پس:

$$P_۱=۱/۸\times۱۰^۵Pa$$

وقتی حباب به سطح آب می‌رسد، فشار گاز محبوس در حباب بازهم باید برابر با فشار بیرون حباب باشد که در این حالت، فشار هوا است، پس:

$$P_۲=P_.=۱۰^۵Pa$$

حال می‌توان در قانون گازهای کامل عددگذاری کرد:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\rightarrow\frac{۱/۸\times۱۰^۵\times۱/۴}{۲۸۰}=\frac{۱۰^۵\times V_۲}{۳۰۰}$$

$$\rightarrow V_۲=۲/۷cm^۳\rightarrow\Delta V=۲/۷-۱/۴=۱/۳cm^۳$$

**پاسخ تشریحی:**

در رابطهٔ گازهای کامل فشار مطلق گاز باید جایگذاری شود، درحالی‌که فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را نمایش می‌دهند، پس ابتدا، فشار مطلق گاز را با توجه به عدد فشارسنج در حالت اول، به‌دست می‌آوریم:

$$P_g=P_{گاز}-P_.=\text{عدد فشارسنج}\rightarrow P_{۱\,گاز}=۱۳atm+۱atm=۱۴atm$$

از طرفی، دمای گاز در حالت دوم $\theta_۲=۷+۷۰=۷۷°C$ و حجم گاز در حالت دوم $V_۲=۱۰+۷/۵=۱۷/۵Lit$ است. حال کافی است از رابطهٔ مقایسه‌ای گازهای کامل استفاده کنیم:

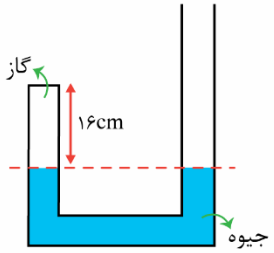
$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\rightarrow\frac{۱۴\times۱۰}{۷+۲۷۳}=\frac{P_۲\times۱۷/۵}{۷۷+۲۷۳}\rightarrow\frac{۱۴\times۱۰}{۲۸۰}=\frac{P_۲\times۱۷/۵}{۳۵۰}\rightarrow P_۲=۱۰atm$$

پس فشار مطلق گاز در حالت دوم ۱۰atm است، درنتیجه عدد فشارسنج در این حالت برابر است با:

$$\text{عدد فشارسنج}=۱۰-۱=۹atm$$

گروه آموزشی ماز

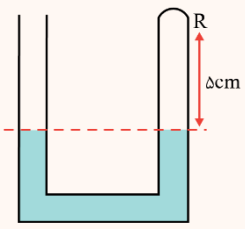
**۱۳- مساحت مقطع لولهٔ U شکل زیر، ثابت و برابر $۴cm^۲$ است. چند گرم جیوه از سمت راست اضافه کنیم تا حجم گاز محبوس، در دمای ثابت، ۲۵ درصد کاهش یابد؟ (فشار هوای محیط ۷۵cmHg بوده و گاز محبوس، کامل و چگالی جیوه $۱۳/۵\frac{g}{cm^۳}$ است.)**




۱) ۱۸۲۴
۲) ۱۷۸۲
۳) ۱۶۲۸
۴) ۱۹۴۶

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی / ترکیبی ـ ۱۰۰۴)

**کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۹۹:**



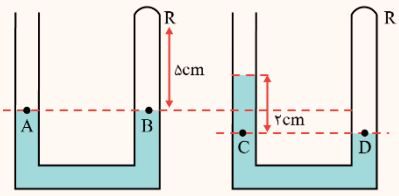

در شکل زیر، شیر R را بسته و دمای هوای محبوس در لوله را از ۳۹ درجهٔ سلسیوس، چند درجه افزایش بدهیم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به ۲ سانتی‌متر برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸ سانتی‌متر جیوه و قطر دو لوله با یکدیگر مساوی است. از انبساط جیوه و ظرف صرف‌نظر کنید.)

۱) ۷۲ ۲) ۱۰۰
۳) ۲۱۱ ۴) ۳۸۴

www.biomaze.ir

**پاسخ: گزینهٔ ۱**

با توجه به نقاط هم‌سطح در این لوله‌ها داریم:




$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_\circ} P_B = P_\circ = ۷۸\,cmHg \qquad (*)$$

$$P_C = P_D \rightarrow P_\circ + P_{\text{اختلاف ستون}} = P_D \xrightarrow[P_{\text{اختلاف ستون}} = ۲\,cmHg]{P_\circ = ۷۸\,cmHg} ۷۸ + ۲ = P_D$$

$$\rightarrow P_D = ۸۰\,cmHg \qquad (**)$$

حالا با توجه به این‌که گاز در لولهٔ سمت راست محبوس مانده طبق رابطهٔ زیر خواهیم داشت:

$$\frac{P_B V_B}{T_B} = \frac{P_D V_D}{T_D} \xrightarrow[T_B = ۲۷۳ + ۳۹\,K]{(*)\,,\,(**)\,,\,V = Ah} \frac{۷۸ \times A \times ۵}{۳۱۲} = \frac{۸۰ \times A \times ۶}{T_D}$$

$$\rightarrow T_D = ۳۸۴\,K \rightarrow \Delta T = T_D - T_B = ۳۸۴ - ۳۱۲ = ۷۲\,K$$

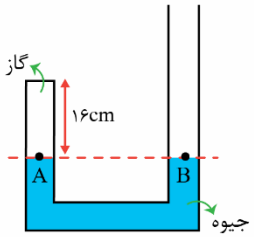
$$\Delta T = \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = ۷۲^\circ C$$

## پاسخ تشریحی

### گام اول:

در حالت اول که سطح جیوه در دو طرف لوله برابر است، فشار گاز محبوس برابر فشار هوا و $P_۱ = ۷۵\,cmHg$ است.

اثبات:




$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{گاز}} = P_\circ = ۷۵\,cmHg$$

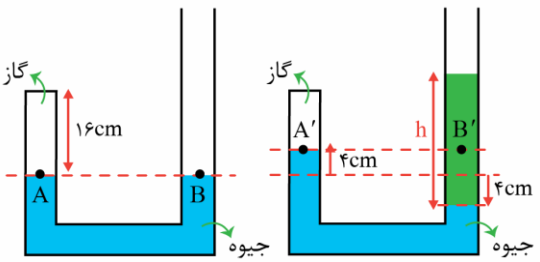
### گام دوم:

بعد از اضافه کردن جیوه به لولهٔ سمت راست، جیوه در لولهٔ سمت چپ بالا رفته و طبق گفتهٔ سؤال، حجم گاز ۲۵ درصد کاهش می‌یابد، چون مساحت مقطع لوله ثابت است، پس ارتفاع گاز محبوس نیز ۲۵ درصد کاهش یافته و به $۱۶ - \frac{۲۵}{۱۰۰} \times ۱۶ = ۱۲\,cm$ می‌رسد. حال می‌توان برای گاز محبوس، در دمای ثابت نوشت:

$$\frac{P_۱ V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲ V_۲}{T_۲} \xrightarrow[V = Ah]{T_۱ = T_۲} P_۱ A h_۱ = P_۲ A h_۲ \rightarrow ۷۵ \times ۱۶ = P_۲ \times ۱۲ \rightarrow P_۲ = ۱۰۰\,cmHg$$

### گام آخر:

حال با توجه به شکل زیر، می‌توان ارتفاع جیوهٔ اضافه‌شده ($h$) را حساب کرد:




$$P_{A'} = P_{B'} \rightarrow P_{۲\,\text{گاز}} = P_{\text{جیوه}} + P_\circ$$

$$\rightarrow ۱۰۰ = (h - ۲ \times ۴) + ۷۵ \rightarrow h = ۳۳\,cm$$

$$\rightarrow V_{\text{جیوهٔ اضافه‌شده}} = Ah = ۴\,cm^۲ \times ۳۳\,cm = ۱۳۲\,cm^۳$$

$$\rightarrow m_{\text{جیوهٔ اضافه‌شده}} = \rho_{\text{جیوه}} V = ۱۳/۵ \times ۱۳۲ = ۱۷۸۲\,g$$

گروه آموزشی ماز

**۱۴- در یک فرایند ترمودینامیکی با دادن ۱۲۰۰ J گرما به گاز، انرژی درونی آن از ۸۰۰ J به ۱۸۰۰ J افزایش می‌یابد، کاری که گاز روی محیط انجام داده، چند ژول است؟**

۱) ۲۰۰−  ۲) ۲۰۰  ۳) ۲۲۰۰  ۴) ۲۲۰۰−

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۵)

**نکته:**

قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta U = U_۲ - U_۱ = Q + W$$

پاسخ تشریحی:

$$\Delta U = Q + W \rightarrow U_2 - U_1 = Q + W$$
$$\rightarrow ۱۸۰۰ - ۸۰۰ = ۱۲۰۰ + W$$
$$\rightarrow W = -۲۰۰\,J \rightarrow W' = ۲۰۰\,J$$

گروه آموزشی ماز

**۱۵- اگر در یک فرایند هم‌فشار، حجم مقدار معیّنی گاز کامل کاهش یابد، انرژی درونی آن ..... می‌یابد و گاز گرما .....**

۱) افزایش - می‌گیرد.
۲) افزایش - از دست می‌دهد.
۳) کاهش - می‌گیرد.
۴) کاهش - از دست می‌دهد.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۰۰۵)

**نکته:**

در فرایند هم‌فشار داریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \text{اگر } V \downarrow \Rightarrow T \downarrow \Rightarrow U \downarrow$$

پاسخ تشریحی:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow{P_1=P_2} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$
$$\xrightarrow{V_2<V_1} T_2 < T_1 \rightarrow U_2 < U_1$$

انرژی درونی گاز کاهش می‌یابد.

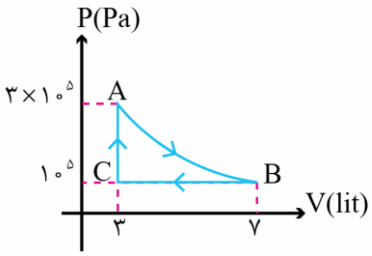
$$\Delta U < ۰$$
$$V_2 < V_1 \xrightarrow{\text{تراکم}} W > ۰$$

$$\Delta U = Q + W \rightarrow Q < ۰ \rightarrow$$ گاز گرما از دست می‌دهد

($\Delta U$: عددی منفی، $W$: عددی مثبت)

گروه آموزشی ماز

**۱۶- گاز کاملی چرخه‌ای مطابق شکل زیر طی کرده و ۱۰۰۰ J کار بر روی محیط انجام می‌دهد، کار انجام‌شده روی گاز در فرایند AB چند ژول است؟**




۱) −۶۰۰
۲) −۱۴۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۱۴۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۰۰۵)

**نکته:**

$$\begin{cases} |W_{\text{چرخه}}| = S_{\text{داخل چرخه}} \\ W_{\text{چرخه}} = \text{مجموع جبری } W \text{ فرآیندهای موجود در چرخه} \end{cases}$$

پاسخ تشریحی:

$$W'_{\text{چرخه}} = ۱۰۰۰\,J \rightarrow W_{\text{چرخه}} = -۱۰۰۰\,J$$
$$\rightarrow W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -۱۰۰۰$$
(صفر)
$$\rightarrow W_{AB} - P_{BC}\Delta V_{BC} = -۱۰۰۰$$
$$\rightarrow W_{AB} - ۱۰^5 \times (-۴ \times ۱۰^{-۳}) = -۱۰۰۰$$
$$\rightarrow W_{AB} + ۴۰۰ = -۱۰۰۰ \rightarrow W_{AB} = -۱۴۰۰\,J$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

**۱۷- یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۰/۲ گرم سوخت مصرف می‌کند. اگر بازده این ماشین ۵۰٪ بوده و در هر ثانیه ۴۰۰ چرخه طی شود، توان خروجی ماشین گرمایی چند کیلووات است؟ (انرژی گرمایی حاصل از هر گرم سوخت $10^4\ J$ می‌باشد.)**

۱) ۲۵ ۲) ۱۶۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۵)

**نکته:**

در ماشین گرمایی داریم:

توان ماشین گرمایی: $P=\frac{|W|}{t}$

بازده ماشین گرمایی: $\eta=\frac{|W|}{Q_H}$

$Q_H=|W|+|Q_L|$

**پاسخ تشریحی:**

$$Q_H=0/2g\times10^4\frac{J}{g}=2000J$$

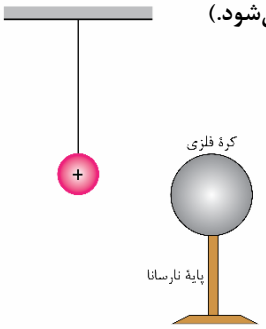
$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}\rightarrow 0/5=\frac{|W|}{2000}\rightarrow|W|=1000J$$ کار انجام‌شده توسط ماشین در هر چرخه

$$t_{\text{چرخه}}=\frac{1}{400}(s)$$

$$P=\frac{|W|}{t}=\frac{1000}{\frac{1}{400}}\rightarrow P=400000(W)\rightarrow P=400(kW)$$

گروه آموزشی ماز

**۱۸- یک کرهٔ فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایهٔ نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. آونگ به سمت ..... منحرف می‌شود و هرچه بار گلولهٔ آونگ بزرگ‌تر باشد، میزان انحراف آن ..... خواهد شد. (بین کره و آونگ تماس ایجاد نمی‌شود.)**




۱) راست - بیش‌تر

۲) راست - کم‌تر

۳) چپ - بیش‌تر

۴) چپ - کم‌تر

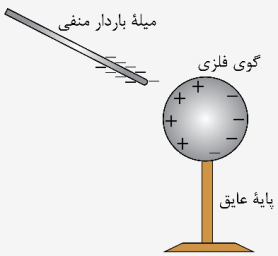
پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

**القای بار الکتریکی**

در مورد القای الکتریکی به نکات زیر توجه کنید:

۱- هنگامی که یک میلهٔ باردار را به یک کرهٔ رسانای منزوی نزدیک می‌کنیم، بارهای القایی مثبت و منفی در دو طرف جسم رسانا تفکیک می‌شوند. بارهای ناهم‌نام با بار میله در سمتی از کره که نزدیک میله است جمع می‌شوند و بارهای هم‌نام با بار میله در سمتی از کره که دور از میله است جمع می‌شود.

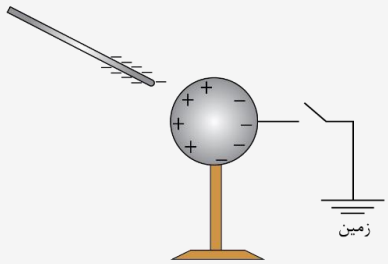
به‌عنوان مثال در شکل مقابل، بار میله منفی است، به همین دلیل بارهای مثبت کره در سمت چپ و بارهای منفی در سمت راست جمع شده‌اند. نیروی برایند بین دو جسم از نوع جاذبه است.



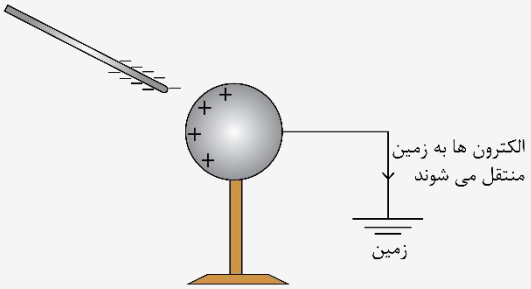

www.biomaze.ir

۲- با روش القا می‌توان اجسام رسانا را باردار کرد. مثلاً می‌توان از روش زیر استفاده کرد:

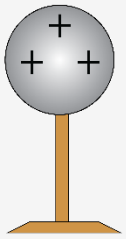
مرحلهٔ اول: نزدیک کردن میلهٔ باردار به کرهٔ رسانای خنثی.




مرحلهٔ دوم: وصل کردن کلید و انتقال بارهای منفی (الکترون‌ها) از کره به زمین.



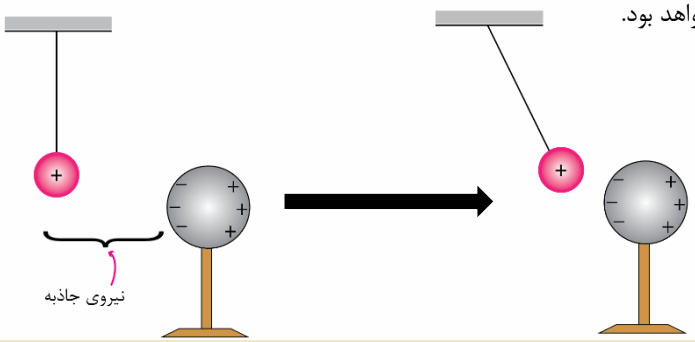

مرحلهٔ سوم: باز کردن کلید و دور کردن میله از کره و پخش یکنواخت بار مثبت در سطح خارجی کره.



دقت کنید علامت بار میله و کره مخالف یکدیگر است.

**پاسخ تشریحی:**

آونگ الکتریکی بارهای مثبت کره را در سمت راست آن و بارهای منفی را در سمت چپ آن جمع می‌کند و درنتیجه نیروی برایند بین گلولهٔ آونگ و کره از نوع ربایشی خواهد بود. هنگامی که کره گلولهٔ آونگ را با نیروی الکتریکی جذب می‌کند، آونگ به سمت راست منحرف می‌شود. دقت کنید هرچه بار گلولهٔ آونگ بزرگ‌تر باشد، نیروی الکتریکی بزرگ‌تر شده و انحراف آونگ بیش‌تر خواهد بود.




**اگر...**

اگر تأثیر جرم گلولهٔ آونگ بر میزان انحراف آن را می‌خواستیم، پاسخ چه بود؟
هرچه جرم گلولهٔ آونگ بیش‌تر باشد، به نیروی بیش‌تری برای منحرف کردن آن نیاز داریم، بنابراین با افزایش جرم گلولهٔ آونگ، میزان انحراف آن کم‌تر خواهد شد.

این سؤال براساس تمرین‌های انتهای فصل اول کتاب درسی فیزیک یازدهم طرح شده است.

گروه آموزشی ماز

**۱۹- دو کرهٔ فلزی کوچک و مشابه، دارای بارهای الکتریکی $۴\mu C$ و $-۸\mu C$ هستند. اگر این دو کره را به یکدیگر تماس دهیم و سپس در فاصلهٔ ۱۲ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دهیم، نیروی الکتریکی بین دو کره چند نیوتون و چگونه می‌شود؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$**

۱) ۲/۵، رانشی
۲) ۲/۵، ربایشی
۳) ۱۰، رانشی
۴) ۱۰، ربایشی

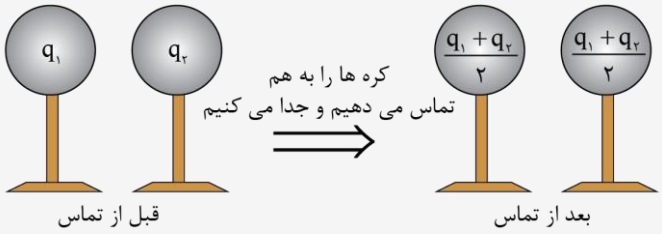
www.biomaze.ir

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

## نیروو بار الکتریکی

۱- هنگامی که دو کرهٔ فلزی مشابه را به هم تماس می‌دهیم، بار الکتریکی بین آن‌ها به‌گونه‌ای تقسیم می‌شود که بار نهایی دو کره باهم برابر باشد؛ بنابراین بار هریک از کره‌ها پس از تماس برابر میانگین بار اولیهٔ آن‌ها خواهد بود.

$$q_{\text{نهایی}} = \frac{q_1 + q_2}{2}$$




۲- نتیجهٔ فوق برای تعداد بیش‌تری کرهٔ فلزی مشابه هم قابل‌تعمیم است. به‌طور کلی اگر $n$ کرهٔ یکسان که دارای بارهای $q_1$، $q_2$، ... و $q_n$ هستند را همگی به‌هم تماس دهیم، بار نهایی همهٔ آن‌ها برابر می‌شود با:

$$q_{\text{نهایی}} = \frac{q_1 + q_2 + \ldots + q_n}{n}$$

**مثال:**

دو کرهٔ فلزی و مشابه به‌ترتیب دارای بارهای الکتریکی $q_1 = 4\mu C$ و $q_2 = 12\mu C$ هستند. اگر این دو کره را به‌هم تماس دهیم، چند الکترون به‌طور خالص بین آن‌ها جابه‌جا خواهد شد؟ $(e = 1/6\times10^{-19} C)$

**پاسخ:**

ابتدا بار نهایی هر یک از کره‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{4+12}{2} = 8\mu C$$

بنابراین کرهٔ (۲)، $4\mu C$ بار از دست داده و کرهٔ (۱) این بار را گرفته است. در ادامه تعداد الکترون‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$q = ne \rightarrow 4\times10^{-6} = n\times1/6\times10^{-19} \rightarrow n = 2/5\times10^{13}$$

**مثال:**

سه کرهٔ رسانای کوچک و مشابه $A$، $B$ و $C$ به‌ترتیب دارای بارهای الکتریکی $-20nC$، $10nC$ و $-8nC$ هستند. ابتدا کرهٔ $A$ را به کرهٔ $C$ تماس می‌دهیم و جدا می‌کنیم و سپس کرهٔ $B$ را به کرهٔ $C$ تماس می‌دهیم و جدا می‌کنیم. اگر تعداد الکترون‌های جابه‌جاشده بین کره‌های $A$ و $C$ برابر $n_1$ و تعداد الکترون‌های جابه‌جاشده بین کره‌های $B$ و $C$ برابر $n_2$ باشد، نسبت $\frac{n_2}{n_1}$ کدام است؟

**پاسخ:**

ابتدا کره‌های $A$ و $C$ به‌هم متصل شده‌اند و بار آن‌ها پس از تماس برابر است با:

بار کره‌های $A$ و $C$ پس از تماس: $q'_C = \frac{q_A + q_C}{2} = \frac{-20-8}{2} = -14\,nC$

بنابراین $\Delta q = 6\,nC$ بار الکتریکی بین کره‌های $A$ و $C$ جابه‌جا شده است.

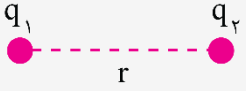
در ادامه کره‌های $B$ و $C$ را به‌هم وصل می‌کنیم و بار آن‌ها پس از تماس برابر است با:

بار نهایی کره‌های $B$ و $C$: $q'_B = \frac{q_B + q'_C}{2} = \frac{10-14}{2} = -2\,nC$

بنابراین $\Delta q_2 = 12\,nC$ بار الکتریکی بین دو کره جابه‌جا شده است. درنهایت برای مقایسهٔ تعداد الکترون‌های جابه‌جاشده بین کره‌ها در دو حالت، کافی است بار جابه‌جاشده را مقایسه کنیم.

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\Delta q_2}{\Delta q_1} = \frac{12}{6} = 2$$

۳- مطابق قانون کولن، اگر بارهای $q_1$ و $q_2$ در فاصلهٔ $r$ از هم قرار بگیرند، نیروی الکتریکی‌ای که به‌هم وارد می‌کنند برابر است با:




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

۴- $k$ ثابت کولن است که یکای آن $\frac{N.m^2}{C^2}$ است.

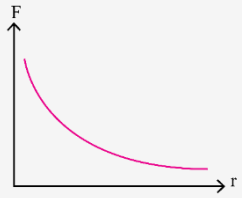


www.biomaze.ir

۵- برای مقایسهٔ نیروی الکتریکی بین بارها می‌توان نوشت:

$$F \propto \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow \frac{F'}{F} = \left|\frac{q'_1 q'_2}{q_1 q_2}\right| \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

۶- نمودار تغییرات نیروی الکتریکی برحسب فاصلهٔ دو بار مطابق شکل به‌صورت نزولی خواهد بود.




**مثال:**

دو بار نقطه‌ای $q_1 = 10\mu C$ و $q_2 = 20\mu C$ را در چه فاصله‌ای از هم قرار دهیم تا با نیروی ۵ نیوتون یکدیگر را دفع کنند؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

**پاسخ:**

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow 5 = 9\times10^9 \times \frac{20\times10\times10^{-12}}{r^2}$$

$$\rightarrow 5 = \frac{1/8}{r^2} \rightarrow r^2 = 0/36 \rightarrow r = 0/6\,m$$

**مثال:**

دو بار الکتریکی در فاصلهٔ $10\,cm$ به‌هم نیروی $F$ را وارد می‌کنند. چند سانتی‌متر فاصلهٔ بارها را افزایش دهیم تا نیروی بین آن‌ها $\frac{F}{4}$ شود؟

**پاسخ:**

بارها ثابت

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \xrightarrow{\text{بارها ثابت}} \frac{F'}{F} = (\frac{r}{r'})^2 \rightarrow \frac{1}{4} = (\frac{10}{r'})^2$$

$\rightarrow r' = 20\,cm \rightarrow$ فاصلهٔ بارها باید $10\,cm$ افزایش یابد.

**پاسخ تشریحی:**

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم:

**گام اول:**

محاسبهٔ بار کره‌ها پس از تماس:

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{4 + (-8)}{2} = -2\mu C$$

**گام آخر:**

محاسبهٔ نیروی بین کره‌ها:

$$F = k\frac{q^2}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{4\times10^{-12}}{(0/12)^2} = 2/5\,N$$

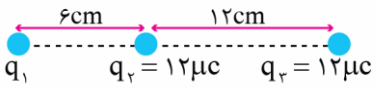
این سؤال براساس تمرین‌های انتهای فصل اول کتاب درسی فیزیک یازدهم طرح شده است.

**تکنیک تستی:**

چون فاصله‌ها برحسب cm و بارهای الکتریکی برحسب $\mu c$ است پس می‌توانیم از رابطهٔ $F = 90\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$ استفاده کنیم.

$$F = 90\times\frac{2\times2}{(12)^2} = \frac{90\times4}{12\times12} = 2/5\,N$$

۲۰- مطابق شکل زیر، سه ذرهٔ باردار روی محوری قرار دارند. اگر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_1$، $30\,N$ باشد، بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_2$ چند نیوتون است؟ $\left(k = 9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2}\right)$




۱) ۶۳ یا ۱۱۷

۲) ۶۳ یا ۹۰

۳) فقط ۱۱۷

۴) فقط ۹۰

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

پاسخ تشریحی

ابتدا دقت کنید که بار $q_1$ می‌تواند منفی یا مثبت باشد. در هر دو حالت نیروهایی که $q_2$ و $q_3$ به $q_1$ وارد می‌کنند، هم‌جهت هستند، بنابراین مجموع این دو نیرو باید برابر $30\,N$ شود.

$$F_{21} + F_{31} = 30\,N \rightarrow k\frac{|q_2||q_1|}{r_{12}^2} + k\frac{|q_3||q_1|}{r_{13}^2} = 30$$

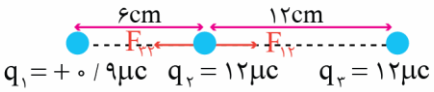
$$\rightarrow 90\times\frac{12\times|q_1|}{6^2} + 90\times\frac{12\times|q_1|}{18^2} = 30$$

$$\rightarrow 30|q_1| + \frac{30|q_1|}{9} = 30$$

$$\rightarrow \frac{10}{9}|q_1| = 1 \rightarrow |q_1| = 0/9\,\mu C$$

بنابراین بار $q_1$ می‌تواند برابر $+0/9\,\mu C$ یا $-0/9\,\mu C$ باشد. در هر حالت برایند نیروهای وارد بر $q_2$ را محاسبه می‌کنیم.

۱) اگر $q_1$ مثبت باشد:




$$F_{12} = 90\frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = 90\times\frac{0/9\times12}{6^2} = 27\,N$$

$$F_{32} = 90\frac{|q_3||q_2|}{r_{23}^2} = 90\times\frac{12\times12}{12^2} = 90\,N$$

$$\rightarrow F_{net} = F_{32} - F_{12} = 90 - 27 = 63\,N$$

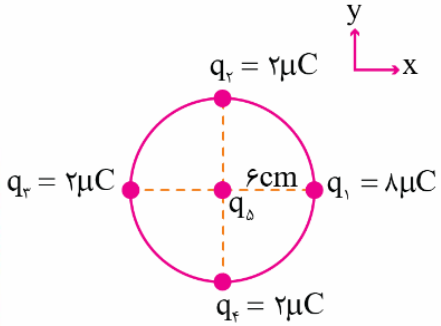
۲) اگر $q_1$ منفی باشد:

در این حالت جهت نیروی $F_{12}$ برعکس می‌شود و دو نیرو جمع می‌شوند.

$$F'_{net} = F_{32} + F_{12} = 90 + 27 = 117\,N$$

گروه آموزشی ماز

۲۱- مطابق شکل، چهار بار الکتریکی با فاصله‌های برابر روی محیط دایره‌ای به شعاع $6\,cm$ ثابت شده‌اند و بار الکتریکی $q_5$ در مرکز دایره قرار دارد. اگر بردار نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_1$ برابر $\vec{F} = (20\,N)\vec{i}$ باشد، $q_5$ برابر چند میکروکولن است؟ $\left(\sqrt{2} \simeq 1/4\ ,\ k = 9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2}\right)$




۱) ۰/۹

۲) -۰/۹

۳) ۱/۸

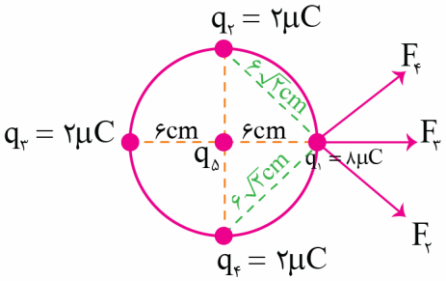
۴) -۱/۸

www.biomaze.ir

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

پاسخ تشریحی:

ابتدا برایند نیروهایی که بارهای $q_2$، $q_3$ و $q_4$ به بار $q_1$ وارد می‌کنند را محاسبه می‌کنیم.




$$F_2 = F_4 = 9\cdot\times\frac{2\times 8}{(6\sqrt{2})^2} = 20\,N$$

$$F_4 \text{ و } F_2 \text{ برایند: } F_{2,4} = F_2\sqrt{2} = 20\sqrt{2} = 20\times 1/4 = 28\,N$$

$$F_3 = 9\cdot\times\frac{2\times 8}{(12)^2} = 10\,N$$

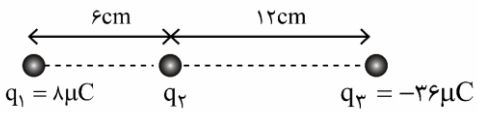
بنابراین برایند نیروهای وارد بر $q_1$ از طرف $q_2$، $q_3$ و $q_4$ برابر $F_3 + F_{2,4} = 38\,N$ است. از طرفی طبق متن سؤال، نیروی خالص وارد بر $q_1$ برابر $\vec{F} = (20\,N)\vec{i}$ است، پس بار $q_5$ باید نیرویی ۱۸ نیوتونی به سمت چپ به $q_1$ وارد کند تا نیروی خالص برابر ۲۰ N شود، بنابراین بار $q_5$ حتماً منفی است و اندازهٔ آن برابر است با:

$$F_5 = k\frac{|q_5||q_1|}{r^2} \rightarrow 18 = 9\cdot\times\frac{|q_5|\times 8}{6^2}$$

$$\rightarrow |q_5| = 0/9\mu C \xrightarrow{q_5 \text{ منفی}} q_5 = -0/9\mu C$$

گروه آموزشی ماز

**۲۲- در شکل زیر، بار $q_1$ در حال تعادل است. بار $q_4 = 17\mu C$ را در فاصلهٔ چند سانتی‌متری $q_1$ قرار دهیم تا $q_3$ در حال تعادل باشد؟**




۱) ۳۶

۲) ۱۸

۳) ۹

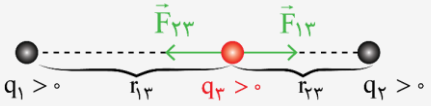
۴) ۶

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

**بررسی تعادل برای بارهای قرارگرفته در یک راستا**

فرض کنید دو بار معلوم $q_1$ و $q_2$ در نزدیکی یکدیگر قرار دارند. می‌خواهیم ببینیم بار مجهول $q_3$ را کجا قرار دهیم تا نیروی خالص وارد بر آن صفر شود. برای این منظور دو حالت را بررسی می‌کنیم:

۱- بارهای $q_1$ و $q_2$ هم‌نام باشند:




در این حالت بار $q_3$ باید در فاصلهٔ بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر قرار گیرد تا برایند نیروهای الکتریکی وارد بر آن صفر شود. در شکل بالا برای سادگی فرض کرده‌ایم همهٔ بارها مثبت باشند.

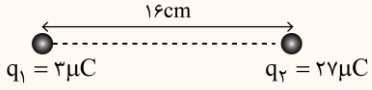
$$q_3 \text{ در تعادل: } F_{13} = F_{23} \rightarrow k\frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} = k\frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} \rightarrow \frac{q_1}{r_{13}^2} = \frac{q_2}{r_{23}^2}$$

**نکته:**

دقت کنید اندازه و علامت بار $q_3$ هیچ اهمیتی در جواب سؤال ندارد.

**مثال:**

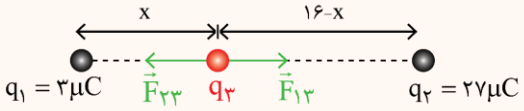
در شکل زیر، بار $q_3$ را در چه فاصله‌ای از $q_1$ قرار دهیم تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_3$ صفر شود؟




www.biomaze.ir

**پاسخ:**

چون بارهای $q_1$ و $q_2$ هم‌علامت هستند، بار $q_3$ باید در فاصلهٔ بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر قرار گیرد. به شکل زیر دقت کنید:



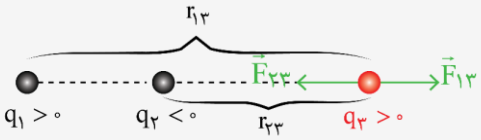

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \rightarrow k\frac{q_1 q_3}{r_{۱۳}^۲} = k\frac{q_2 q_3}{r_{۲۳}^۲}$$

$$\rightarrow \frac{q_1}{x^۲} = \frac{q_2}{(۱۶-x)^۲} \rightarrow \frac{۱}{x^۲} = \frac{۹}{(۱۶-x)^۲}$$

$$\xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{x} = \frac{۳}{۱۶-x} \rightarrow ۳x = ۱۶ - x \rightarrow x = ۴\,cm$$

بنابراین بار $q_3$ باید در فاصلهٔ $۴\,cm$ از بار $q_1$ قرار گیرد.

۲- بارهای $q_1$ و $q_2$ ناهم‌نام باشند:




در این حالت بار $q_3$ باید خارج از فاصلهٔ بین دو بار قرار گیرد تا برایند نیروهای الکتریکی وارد بر آن بتواند صفر شود. در ادامه کافی است که $F_{۱۳}$ و $F_{۲۳}$ هم‌اندازه باشند.

در تعادل $q_3$ : $F_{۱۳} = F_{۲۳} \rightarrow k\frac{q_1 q_3}{r_{۱۳}^۲} = k\frac{q_2 q_3}{r_{۲۳}^۲} \rightarrow \frac{q_1}{r_{۱۳}^۲} = \frac{q_2}{r_{۲۳}^۲}$

**نکتهٔ ۱:**

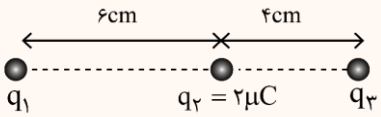
مانند حالت قبل، بار $q_3$ هیچ اهمیتی در جواب سؤال ندارد.

**نکتهٔ ۲:**

دقت کنید که در محاسبهٔ نیروها فقط اندازهٔ بارها را در رابطهٔ قانون کولن قرار می‌دهیم و علامت آن‌ها را در محاسبه درنظر نمی‌گیریم.

**مثال:**

در شکل مقابل، بار $q_3$ در تعادل است. $q_1$ چند میکروکولن است؟




**پاسخ:**

چون $q_3$ در تعادل است، نیرویی که $q_1$ به $q_3$ وارد می‌کند باید هم‌اندازهٔ نیرویی باشد که $q_2$ به $q_3$ وارد می‌کند. همچنین دقت کنید که چون $q_3$ در خارج از فاصلهٔ دو بار قرار دارد، بار $q_1$ مخالف $q_2$ است، پس بار $q_1$ منفی خواهد بود. در ادامه می‌توان نوشت:

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \rightarrow \cancel{k}\frac{|q_1|\cancel{|q_3|}}{r_{۱۳}^۲} = \cancel{k}\frac{|q_2|\cancel{|q_3|}}{r_{۲۳}^۲}$$

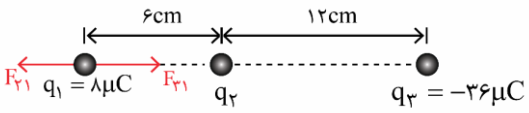
$$\rightarrow \frac{|q_1|}{۱۰^۲} = \frac{۲}{۴^۲} \rightarrow |q_1| = ۱۲/۵\,\mu C$$

$$\xrightarrow{q_1 \text{ منفی است}} q_1 = -۱۲/۵\,\mu C$$

## پاسخ تشریحی

### گام اول:

با توجه به تعادل بار $q_1$ می‌توان نوشت:



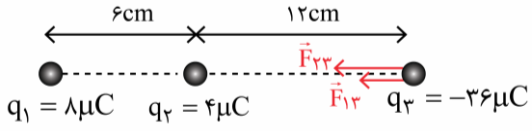

$$F_{31} = F_{21} \rightarrow k\frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = k\frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2}$$

$$\rightarrow \frac{36}{18^2} = \frac{|q_2|}{6^2}$$

$$\rightarrow |q_2| = 4\mu C \xrightarrow{q_2>0} q_2 = 4\mu C$$

### گام آخر:

نیروی خالصی که بارهای $q_1$ و $q_2$ بر بار $q_3$ وارد می‌کنند برابر است با:

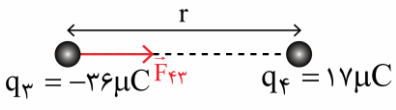



$$F_{13} = 9\cdot\frac{|q_1q_3|}{r_{13}^2} = 9\cdot\times\frac{8\times36}{18^2} = 8\cdot N$$

$$\rightarrow F_{23} = 9\cdot\frac{|q_2q_2|}{r_{23}^2} = 9\cdot\times\frac{36\times4}{12^2} = 9\cdot N$$

$$\rightarrow F_{\text{کل}} = F_{13} + F_{23} = 8\cdot N + 9\cdot N = 17\cdot N$$

بنابراین بار $q_4$ را باید در مکانی قرار دهیم که نیروی $17\cdot N$ به سمت راست بر بار $q_3$ وارد کند تا نیروی خالص وارد بر $q_3$ صفر شود.



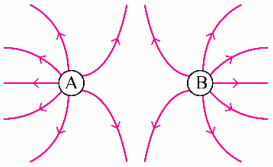

$$F_{43} = 9\cdot\frac{q_4q_3}{r^2} \rightarrow 17\cdot = 9\cdot\times\frac{17\times36}{r^2}$$

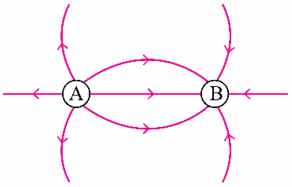
$$\rightarrow r^2 = 9\times36 \rightarrow r = 3\times6 = 18cm$$

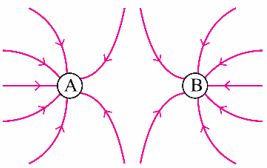
بنابراین فاصلهٔ بار $q_1$ تا $q_4$ باید برابر $36\,cm = 18 + 18$ باشد.

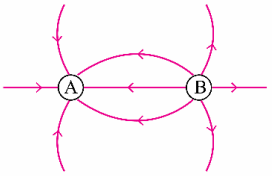
گروه آموزشی ماز

**۲۳- دو جسم کوچک و عایق A و B را به‌هم مالش می‌دهیم تا باردار شوند و سپس آن‌ها را در نزدیکی هم قرار می‌دهیم. خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو جسم در کدام گزینه به‌درستی رسم شده است؟**

۱)



۲)



۳)



۴)



| |
|---|
| انتهای مثبت سری |
| B |
| A |
| انتهای منفی سری |

سری الکتریسیتهٔ مالشی

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

**سری الکتریسیتهٔ مالشی**

یکی از روش‌های باردار کردن اجسام که معمولاً برای اجسام نارسانا به‌کار می‌رود، روش مالش است. در مورد این روش خوب است نکات زیر را بدانیم:

۱- هنگامی که دو جسم از طریق مالش باردار می‌شوند، بار یکی از آن‌ها منفی و بار دیگری مثبت خواهد شد، بنابراین علامت بارها مخالف هم خواهد بود.

۲- چون در روش مالش تعداد الکترون‌هایی که یک جسم از دست می‌دهد با تعداد الکترون‌هایی که جسم دیگر به‌دست می‌آورد برابر است، اندازهٔ بار دو جسم باهم برابر خواهد بود؛ به عبارت دیگر اگر بار یک جسم $+q$ باشد، بار دیگری $-q$ خواهد بود.

۳- چون در روش مالش علامت بار اجسام مخالف هم است، نیروی الکتریکی بین این دو جسم پس از مالش از نوع ربایشی خواهد بود.

۴- هنگامی که دو جسم را به‌هم مالش می‌دهیم تا باردار شوند، جسمی که الکترون‌خواه‌تر است (در سری الکتریسیتهٔ مالشی در قسمت پایین‌تری قرار دارد)، الکترون می‌گیرد و بار آن منفی می‌شود. همچنین جسمی که کم‌تر الکترون‌خواه است (در سری الکتریسیتهٔ مالشی در قسمت بالاتری قرار دارد)، الکترون از دست می‌دهد و علامت بار آن مثبت خواهد بود.

**مثال:**

مطابق جدول روبرو که بخشی از سری الکتریسیتهٔ مالشی را نشان می‌دهد، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

| انتهای مثبت سری |
| --- |
| شیشه |
| ابریشم |
| لاستیک |
| تفلون |
| انتهای منفی سری |
| سری الکتریسیتهٔ مالشی |

الف) اگر یک میلهٔ شیشه‌ای را به یک پارچهٔ ابریشمی مالش دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟

با مالش شیشه به ابریشم، شیشه الکترون از دست می‌دهد و دارای بار مثبت می‌شود و ابریشم الکترون می‌گیرد و دارای بار منفی خواهد بود.

دقت کنید که اندازهٔ بار دو جسم باهم برابر است و علامت بار آن‌ها مخالف هم می‌باشد.

ب) یک میلهٔ شیشه‌ای را با پارچهٔ ابریشمی و یک قطعهٔ تفلون را با یک لاستیک مالش می‌دهیم تا باردار شوند. اگر شیشه و لاستیک را در نزدیکی هم قرار دهیم، نیروی الکتریکی بین آن‌ها از چه نوعی خواهد بود؟

در مالش شیشه با ابریشم، شیشه دارای بار مثبت می‌شود، زیرا در قسمت بالاتری از جدول قرار دارد. در مالش تفلون و لاستیک هم لاستیک دارای بار مثبت می‌شود، بنابراین بار لاستیک و شیشه هم‌علامت است و درنتیجه نیروی بین آن‌ها از نوع رانشی خواهد بود.

۵- برای مجسم کردن میدان الکتریکی در فضای اطراف اجسام باردار از خطوط میدان الکتریکی استفاده می‌کنیم. این خطوط ویژگی‌های زیر را دارا می‌باشند:

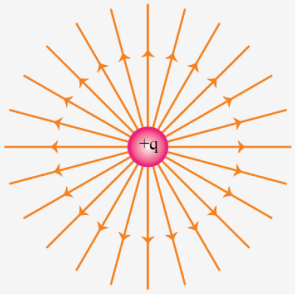
الف) از بار مثبت خارج می‌شوند و به بار منفی وارد می‌شوند.

ب) میدان الکتریکی در هر نقطه هم‌جهت با خط مماس بر خطوط میدان الکتریکی در آن نقطه است.

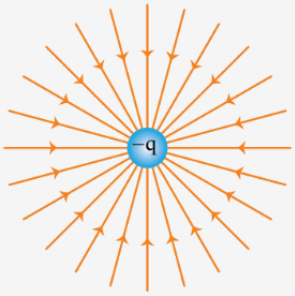
ج) هرچه تراکم خطوط میدان الکتریکی بیش‌تر باشد، شدت میدان الکتریکی بیش‌تر است.

د) خطوط میدان الکتریکی یکدیگر را قطع نمی‌کنند و از هر نقطه یک و فقط یک خط میدان عبور می‌کند.

۶- خطوط میدان الکتریکی در اطراف یک ذرهٔ باردار مطابق شکل‌های زیر است که آن‌ها را به‌خاطر بسپارید.

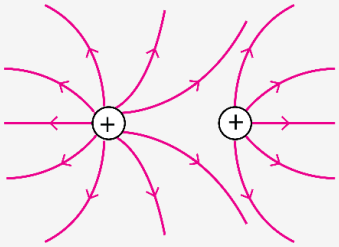


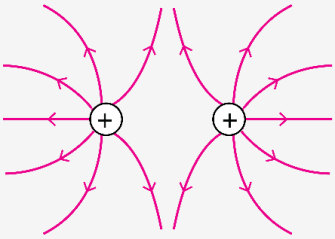
خطوط میدان اطراف بار مثبت منزوی

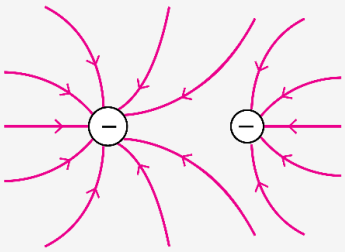


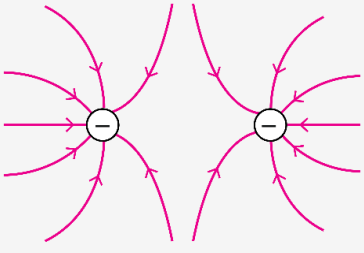
خطوط میدان اطراف بار منفی منزوی

۷- خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو ذرهٔ باردار مطابق شکل‌های زیر است که آن‌ها را به‌خاطر بسپارید.

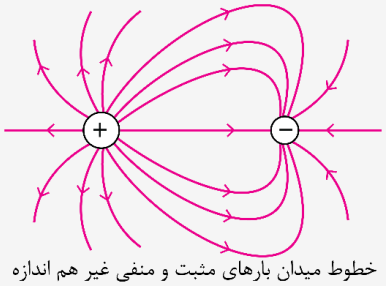

خطوط میدان دو بار مثبت غیر هم اندازه

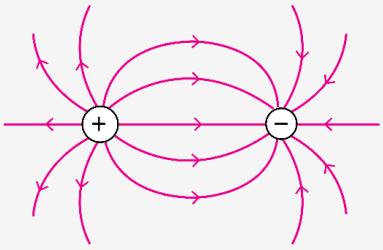

خطوط میدان دو بار مثبت هم اندازه


خطوط میدان دو بار منفی غیر هم اندازه


خطوط میدان دو بار منفی هم اندازه

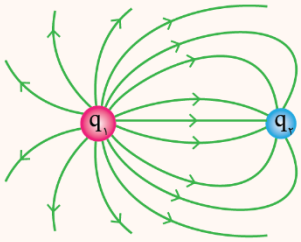
www.biomaze.ir


خطوط میدان بارهای مثبت و منفی غیر هم اندازه


خطوط میدان بارهای مثبت و منفی هم اندازه

**مثال:**

در شکل مقابل خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو کرهٔ کوچک باردار نشان داده شده است. کدام‌یک از نتیجه‌گیری‌ها صحیح است؟



الف) علامت بار $q_2$ منفی است.

ب) علامت بارها یکسان است.

ج) اندازهٔ بار $q_1$ بزرگ‌تر از اندازهٔ $q_2$ است.

د) میدان الکتریکی در نزدیکی $q_2$ قوی‌تر است.

**پاسخ:**

برای پاسخ دادن به این سؤال به نکات زیر توجه کنید:

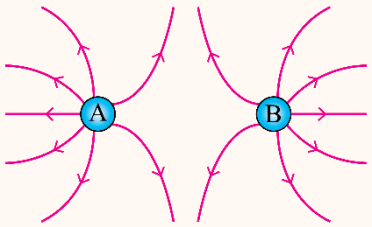
(۱) خطوط میدان از $q_1$ خارج شده‌اند و به $q_2$ وارد می‌شوند، بنابراین $q_1$ مثبت و $q_2$ منفی است.

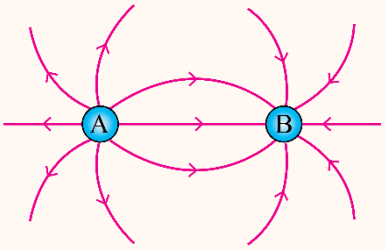
(۲) تراکم خطوط در نزدیکی $q_1$ بیش‌تر از $q_2$ است، بنابراین اندازهٔ $q_1$ بزرگ‌تر از اندازهٔ $q_2$ است.

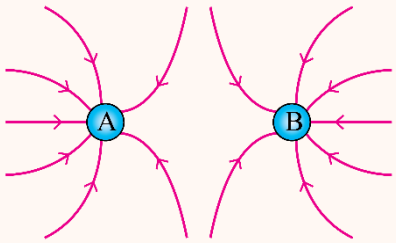
با توجه به این نکات، عبارت‌های (الف) و (ج) صحیح هستند.

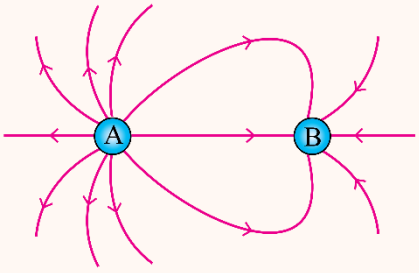
**مثال:**

جسم‌های کوچک A و B را به‌هم مالش می‌دهیم تا باردار شوند و سپس آن‌ها را در نزدیکی هم قرار می‌دهیم. خطوط میدان الکتریکی در اطراف این دو بار، در کدام گزینه می‌تواند درست باشد؟

۱)



۲)



۳)



۴)



**پاسخ:**

با مالش دو جسم به‌هم بار الکتریکی آن‌ها هم‌اندازه و ناهم‌نام خواهد شد، بنابراین گزینهٔ ۲ صحیح است.

**پاسخ تشریحی:**

با توجه به سری الکتریسیتهٔ مالشی، پس از مالش A به B، بار B مثبت و بار A منفی خواهد شد، بنابراین خطوط میدان از B خارج و به A وارد می‌شوند و گزینهٔ (۴) صحیح است.

**۲۴- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۱۰^۴ \frac{N}{C}$ که جهت آن قائم است، ذره‌ای با بار الکتریکی $-۲\mu C$ به جرم $۵g$ را رها می‌کنیم. کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$**

۱) اگر جهت میدان به سمت پایین باشد، ذره درحال تعادل قرار می‌گیرد.

۲) اگر جهت میدان به سمت بالا باشد، ذره درحال تعادل قرار می‌گیرد.

۳) اگر جهت میدان به سمت پایین باشد، اندازهٔ شتاب ذره $۶ \frac{m}{s^۲}$ می‌شود.

۴) اگر جهت میدان به سمت بالا باشد، اندازهٔ شتاب ذره $۶ \frac{m}{s^۲}$ می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

### میدان و نیروی الکتریکی

۱- میدان الکتریکی خاصیتی در اطراف ذرات باردار است که برابر نیروی وارد بر واحد بار الکتریکی است.

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

۲- در رابطهٔ فوق، یکای $F$ ، $q$ و $E$ به‌ترتیب نیوتون، کولن و $\frac{\text{نیوتون}}{\text{کولن}}$ است. در ادامهٔ این فصل خواهیم دید که علاوه‌بر $\frac{\text{نیوتون}}{\text{کولن}}$ ، یکای $\frac{\text{ولت}}{\text{متر}}$ هم یکای میدان الکتریکی است.

۳- اگر یک ذرهٔ باردار درون میدان الکتریکی قرار گیرد، به آن نیرو وارد می‌شود که این نیرو برابر است با:

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

### نکته:

مطابق رابطهٔ فوق نکات زیر قابل استنباط است:

الف: با ضرب اندازهٔ بار الکتریکی در اندازهٔ میدان الکتریکی، اندازهٔ نیروی وارد بر بار به‌دست می‌آید.

ب: اگر $q > ۰$ باشد، $\vec{F}$ و $\vec{E}$ هم‌جهت هستند؛ بنابراین به بار مثبت در جهت میدان نیرو وارد می‌شود.

ج: اگر $q < ۰$ باشد، $\vec{F}$ و $\vec{E}$ در خلاف جهت هم هستند؛ بنابراین به بار منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود.

### مثال:

بار الکتریکی $q = -۲۰\mu C$ درون میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E} = ۱۰^۵ \vec{i}$ برحسب واحدهای SI قرار گرفته است. بردار نیروی وارد بر این بار در SI کدام است؟

**پاسخ:**

$$\vec{F} = q\vec{E} = -۲۰ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰^۵ \vec{i} = -۲\vec{i}\ (N)$$

بنابراین به این بار نیروی ۲ نیوتونی در خلاف جهت محور x وارد می‌شود. دقت کنید اگر بار مثبت بود، نیرو در جهت محور x به بار وارد می‌شد.

### تعادل بین نیروی الکتریکی و وزن

۱- در این قسمت می‌خواهیم تعادل جسم بارداری را که تحت تأثیر نیروی الکتریکی و وزن قرار دارد بررسی کنیم.

شکل روبه‌رو نیروهای وارد بر جسم را نشان می‌دهد:

$F_E = qE$

m

$W = mg$

با توجه به این‌که جسم در تعادل قرار دارد، نیروی وزن و نیروی الکتریکی هم‌اندازه هستند و می‌توان نوشت:

شرط تعادل: $F_E = W \rightarrow qE = mg$

در مورد جهت میدان و علامت بار به موارد زیر دقت کنید:

الف: اگر بار مثبت باشد $(q > ۰)$ ، نیروی الکتریکی هم‌جهت با میدان الکتریکی است؛ بنابراین میدان الکتریکی به سمت بالا خواهد بود.

ب: اگر بار منفی باشد $(q < ۰)$ ، نیروی الکتریکی و میدان در خلاف جهت هم هستند؛ بنابراین میدان الکتریکی به سمت پایین خواهد بود.

www.biomaze.ir

**مثال:**

یک ذرهٔ باردار به جرم ۲ گرم دارای بار الکتریکی $q=-5\mu C$ است. این ذره را از ارتفاعی رها می‌کنیم. برای آن‌که این ذره معلق بماند و سقوط نکند، باید میدان الکتریکی در جهت ..... و با بزرگی ..... واحد SI در اطراف ذره ایجاد کنیم. $(g=10\frac{N}{kg})$

**پاسخ:**

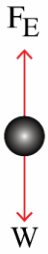
ابتدا دقت کنید که چون بار ذره منفی است، میدان به سمت پایین خواهد بود. برای محاسبهٔ اندازهٔ میدان می‌توان نوشت:

شرط تعادل: $mg=qE\rightarrow 2\times10^{-3}\times10=5\times10^{-6}\times E\rightarrow E=4000\frac{N}{C}$

**پاسخ تشریحی:**

هر حالت را جداگانه بررسی می‌کنیم.

۱- میدان به سمت پایین باشد: در این حالت نیروی الکتریکی به سمت بالا، بر ذره وارد می‌شود.




$$W=mg=5\times10^{-3}\times10=0/05N$$

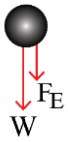
$$F_E=|q|E=2\times10^{-6}\times10^{4}=0/02N$$

$$\rightarrow F_{net}=0/05-0/02=0/03N$$

$$F_{net}=ma\rightarrow 0/03=0/005a\rightarrow a=6\frac{m}{s^2}$$

در این حالت، ذره درحال تعادل قرار نمی‌گیرد و شتابی به‌اندازهٔ $6\frac{m}{s^2}$ به سمت پایین دارد.

۲- میدان به سمت بالا باشد: در این حالت نیروی الکتریکی به سمت پایین، بر ذره وارد می‌شود.



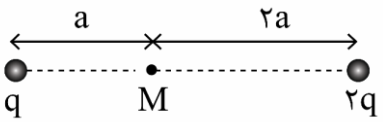

$$F_{net}=W+F_E=0/05+0/02=0/07N$$

$$F_{net}=ma\rightarrow 0/07=0/005a\rightarrow a=14\frac{m}{s^2}$$

در این حالت، ذره درحال تعادل قرار نمی‌گیرد و شتابی به‌اندازهٔ $14\frac{m}{s^2}$ به سمت پایین دارد.

گروه آموزشی ماز

**۲۵- در شکل زیر، اگر جای دو بار را با یکدیگر عوض کنیم، میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M چگونه تغییر می‌کند؟**




۱) $\frac{7}{2}$ برابر می‌شود و جهت آن برعکس می‌شود.

۲) $\frac{7}{2}$ برابر می‌شود و جهت آن تغییر نمی‌کند.

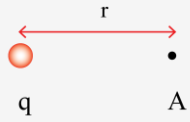
۳) $\frac{7}{4}$ برابر می‌شود و جهت آن برعکس می‌شود.

۴) $\frac{7}{4}$ برابر می‌شود و جهت آن تغییر نمی‌کند.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

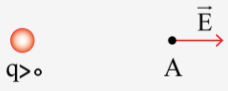
**میدان الکتریکی حاصل از یک ذرهٔ باردار**

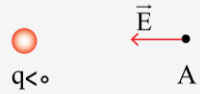
۱- برای محاسبهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصلهٔ r از آن از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:




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

۲- جهت میدان حاصل از بار مثبت به‌صورت خارج‌شونده و جهت میدان حاصل از بار منفی به‌صورت داخل‌شونده است. به شکل‌های زیر دقت کنید:




www.biomaze.ir

**مثال:**

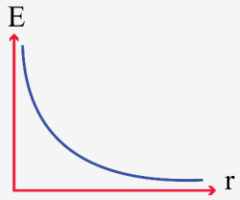
میدان الکتریکی در چه فاصله‌ای از بار $q = ۴\mu C$ برابر $۱۰^۵$ واحد SI است؟ $(k = ۹\times ۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$

**پاسخ:**

$$E = k\frac{|q|}{r^۲} \rightarrow ۱۰^۵ = ۹\times ۱۰^۹ \times \frac{۴\times ۱۰^{-۶}}{r^۲}$$

$$\rightarrow r^۲ = ۳۶\times ۱۰^{-۲} \rightarrow r = ۰/۶m = ۶۰cm$$

۳- نمودار تغییرات بزرگی میدان الکتریکی برحسب فاصله از بار، مطابق شکل زیر است.
همان‌طور که واضح است با افزایش فاصله از بار، بزرگی میدان کاهش می‌یابد.

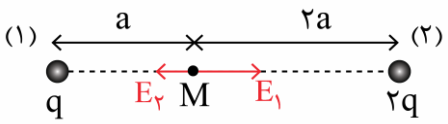



**نکته:**

دقت کنید که در محاسبهٔ اندازهٔ میدان الکتریکی فقط اندازهٔ بار را در رابطهٔ فوق قرار می‌دهیم و علامت بار را در محاسبه درنظر نمی‌گیریم.

**پاسخ تشریحی:**

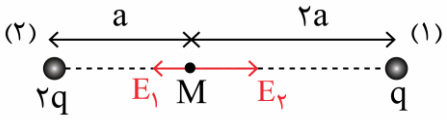
در حالت اول، میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M برابر است با:




$$\begin{cases} E_۱ = k\frac{q}{a^۲} \\ E_۲ = k\frac{۲q}{(۲a)^۲} = \frac{۱}{۲}k\frac{q}{a^۲} \end{cases} \rightarrow E_{کل} = E_۱ - E_۲ = \frac{۱}{۲}k\frac{q}{a^۲}$$

در این حالت، میدان خالص به سمت راست است.

در حالت دوم، میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M برابر است با:

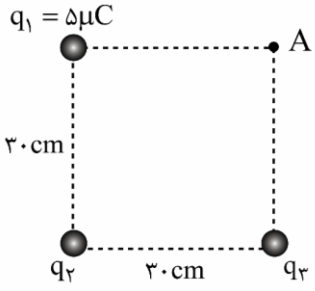



$$\begin{cases} E_۱ = k\frac{q}{(۲a)^۲} = \frac{۱}{۴}k\frac{q}{a^۲} \\ E_۲ = k\frac{۲q}{a^۲} = ۲k\frac{q}{a^۲} \end{cases} \rightarrow E'_{کل} = E_۲ - E_۱ = \frac{۷}{۴}k\frac{q}{a^۲} \rightarrow \frac{E'_{کل}}{E_{کل}} = \frac{\frac{۷}{۴}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{۷}{۲}$$

میدان خالص در این حالت هم به سمت راست است و جهت آن تغییر نکرده است.

گروه آموزشی ماز

**۲۶- در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در رأس A از مربع صفر است. اگر از جسمی کوچک و خنثی، $۵\times ۱۰^{۱۲}$ الکترون بگیریم و آن را در مرکز مربع قرار دهیم، بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن چند نیوتون می‌شود؟ $(e = ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}C \ , \ k = ۹\times ۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$**




۱) ۳/۲

۲) $۳/۲\sqrt{۲}$

۳) ۱/۶

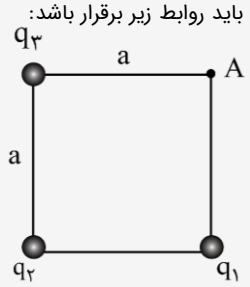
۴) $۱/۶\sqrt{۲}$

www.biomaze.ir

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

### صفر شدن میدان خالص در یک رأس مربع

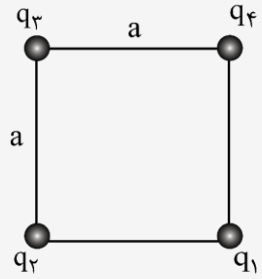
۱- هنگامی که سه بار الکتریکی مطابق شکل روی رأس‌های یک مربع قرار دارند، برای آن‌که میدان خالص در رأس چهارم صفر شود، باید روابط زیر برقرار باشد:




$q_1 = q_3$

$q_2 = -2\sqrt{2}q_1$

۲- اگر چهار بار الکتریکی مطابق شکل روی رأس‌های مربع قرار گرفته باشند و بار $q_4$ در تعادل باشد، روابط زیر برقرار است:



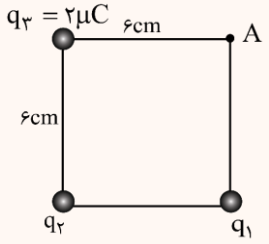

$q_1 = q_3$

$q_2 = -2\sqrt{2}q_1$

$q_4 \rightarrow$ دلخواه

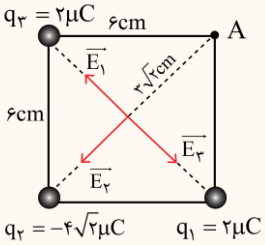
### مثال:

مطابق شکل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای روی رأس‌های یک مربع قرار دارند و میدان الکتریکی خالص در رأس چهارم (A) برابر صفر است. بزرگی میدان الکتریکی خالص در مرکز مربع چند واحد SI است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$




### پاسخ:

با توجه به نکات فوق، $q_1 = q_3 = 2\mu C$ است و $q_2 = -2\sqrt{2}q_1 = -4\sqrt{2}\,\mu C$ می‌باشد. در این صورت میدان الکتریکی خالص در مرکز مربع برابر است با:




$E_1 = E_3 \rightarrow$ این دو میدان اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند.

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{r_2^2} = 9\times10^9 \times \frac{4\sqrt{2}\times10^{-6}}{(3\sqrt{2}\times10^{-2})^2} = 2\sqrt{2}\times10^7 \frac{N}{C}$$

### پاسخ تشریحی:

#### گام اول:

مطابق نکات فوق، بار $q_3$ نیز برابر $5\mu C$ و بار $q_2$ برابر $-10\sqrt{2}\,\mu C$ است.

#### گام دوم:

اگر از جسمی خنثی $5\times10^{12}$ الکترون بگیریم، بار الکتریکی آن برابر می‌شود با:

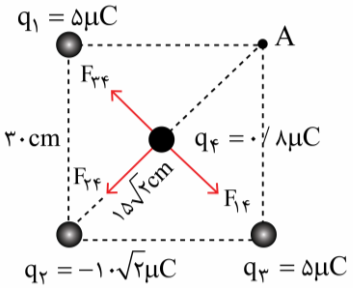
$$q_4 = ne = 5\times10^{12}\times1/6\times10^{-19} = 8\times10^{-7}C = 0/8\mu C$$



www.biomaze.ir

**گام آخر:**

نیرویی که بارهای $q_1$ و $q_3$ بر $q_4$ وارد می‌کنند یکدیگر را خنثی می‌کند؛ بنابراین کافی است فقط نیروی واردشده از طرف بار $q_2$ بر $q_4$ را محاسبه کنیم:

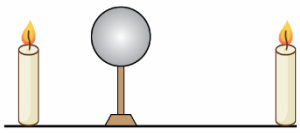



$$F_{24} = k\frac{|q_2 q_4|}{r_{24}^2} = 9\times 10^9 \times \frac{10\sqrt{2}\times 0/8\times 10^{-12}}{(15\sqrt{2})^2} \rightarrow F_2 = 1/6\sqrt{2}\,N$$

گروه آموزشی ماز

**۲۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد شکل روبه‌رو صحیح است؟**

کلاهک و اندوگراف



**الف: اگر کلاهک دارای بار منفی شود، شعله‌ها، از کلاهک دور می‌شوند.**

**ب: اگر کلاهک دارای بار منفی شود شعلهٔ سمت راست انحراف کم‌تری نسبت به شعلهٔ سمت چپ خواهد داشت.**

**پ: شعلهٔ سمت چپ به سمت کلاهک جذب و شعلهٔ سمت راست از کلاهک دور می‌شود.**

**ت: هر چه شعلهٔ شمع‌ها بزرگ‌تر شود، میزان انحراف آن‌ها بیش‌تر خواهد بود.**

۱) یک مورد ۲) دو مورد ۳) سه مورد ۴) هیچ‌کدام

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

**واندوگراف**

واندوگراف وسیله‌ای است که توسط روبرت جیمسون واندوگراف دانشمند امریکایی در سال ۱۹۲۷ ساخته شد. این وسیله به کمک روش مالش، الکتریسیته تولید می‌کند. با به راه افتادن این دستگاه به‌تدریج بار زیادی بر روی کلاهک جمع می‌شود. با نزدیک کردن دست یا یک میله، جرقه‌ای ایجاد می‌شود که درواقع حاصل تخلیه بار الکتریکی است.

به کمک این دستگاه می‌توان ولتاژهای بسیار زیاد تا حدود ۲۰ ولت را تولید و استفاده کرد.

واندوگراف ساده شامل کلاهک فلزی و موتور و جاروبک و غلتک و تسمهٔ پلاستیکی است.

در واندوگراف با مالش جاروبک و تسمهٔ پلاستیکی بار الکتریکی روی کلاهک فلزی جمع می‌شود و با دست‌زدن تخلیه می‌شود.

**پاسخ تشریحی:**

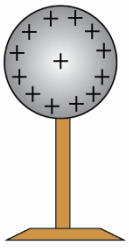
کلاهک مولد واندوگراف دارای بار منفی بزرگی است که یون‌های مثبت درون شعلهٔ شمع‌ها را به سمت خود می‌کشد، بنابراین گزارهٔ (الف) و همچنین گزاره (پ) غلط است.

با توجه به شکل، با دور شدن و یا افزایش فاصله از مولد، میدان حاصل از بار الکتریکی مولد کاهش یافته و شعلهٔ شمع‌ها کم‌تر منحرف می‌شوند، بنابراین گزارهٔ (ب) درست است.

هر چه شعلهٔ شمع‌ها قوی‌تر شود، مقدار یون مثبت افزایش خواهد یافت و نیروی الکتریکی جاذبهٔ قوی‌تری بین شعله‌ها و مولد ایجاد خواهد شد، بنابراین گزارهٔ (ت) درست است.

گروه آموزشی ماز

**۲۸- در شکل زیر، بار الکتریکی مثبت q در نقطهٔ B رها می‌شود تا تحت تأثیر نیروی الکتریکی از B به A برود. در این جابه‌جایی، چه تعداد از کمیت‌های زیر منفی هستند؟ (فقط نیروی الکتریکی بر ذره وارد می‌شود.)**




**الف: تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار q**

**ب: کار نیروی الکتریکی**

**پ: تغییرات پتانسیل الکتریکی**

۱) صفر ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۳

www.biomaze.ir

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۱)

### پتانسیل الکتریکی

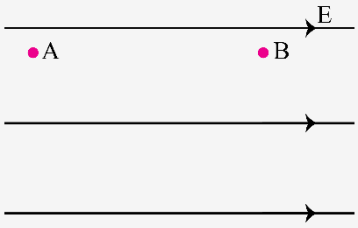
۱- هنگامی که بار q از اختلاف پتانسیل $\Delta V$ عبور می‌کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن تغییر می‌کند. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی یعنی $\Delta U$ به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\Delta U = q\,\Delta V$$

۲- مطابق رابطهٔ بالا، بار مثبت با حرکت به سمت پتانسیل‌های بیش‌تر، انرژی پتانسیل الکتریکی آن زیاد می‌شود و انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی با حرکت به سمت پتانسیل‌های کم‌تر، بیش‌تر می‌شود.

۳- اگر یک بار الکتریکی در جهت خودبه‌خودی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن حتماً کم می‌شود. جهت حرکت خودبه‌خودی بار مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی است، درحالی‌که جهت خودبه‌خودی حرکت بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی است.

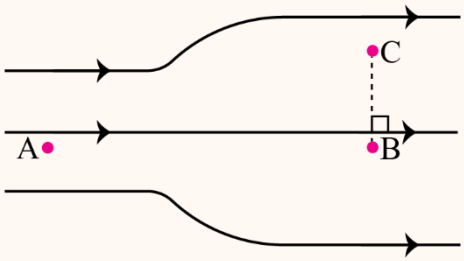
۴- با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.




$$V_B < V_A$$

### مثال:

شکل مقابل خطوط میدان الکتریکی را در ناحیه‌ای از صفحه نشان می‌دهد. چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد این شکل صحیح است؟




الف) بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A بیش‌تر از نقطهٔ B است.

ب) پتانسیل الکتریکی نقاط B و C برابر است.

ج) با حرکت یک بار منفی از A تا B ، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

د) تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار الکتریکی در حرکت از A تا B ، برابر با تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی آن در حرکت از A تا C است.

**پاسخ:**

هر یک از عبارت‌ها را جداگانه بررسی می‌کنیم.

بررسی (الف): تراکم خطوط میدان در نزدیکی نقطهٔ A بیش‌تر از B است، پس بزرگی میدان الکتریکی در A بیش‌تر از B است.

بررسی (ب): نقاط B و C در یک سطح عمود بر خطوط میدان قرار دارند، پس پتانسیل الکتریکی آن‌ها برابر است.

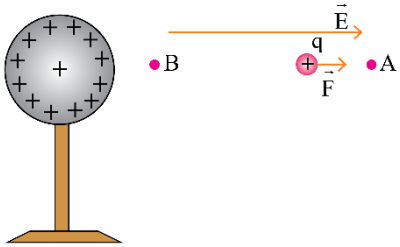
بررسی (ج): با حرکت بار منفی از A تا B ، این بار در خلاف جهت خودبه‌خودی حرکت کرده است و درنتیجه انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

بررسی (د): چون پتانسیل الکتریکی نقاط B و C برابر است، تغییرات پتانسیل و انرژی پتانسیل با جابه‌جایی از A تا B با جابه‌جایی از A تا C یکسان است.

مطابق توضیحات فوق، هر چهار عبارت صحیح هستند.

### پاسخ تشریحی:

خطوط میدان الکتریکی از بار مثبت خارج می‌شوند، پس میدان الکتریکی حاصل از کره در محل بار q به سمت راست است و درنتیجه نیروی الکتریکی به سمت راست به بار مثبت q وارد می‌شود. در ادامه به بررسی علامت کمیت‌های موردنظر می‌پردازیم.




**کار نیروی الکتریکی:** با جابه‌جایی بار q از B تا A ، بار هم‌جهت با نیروی الکتریکی حرکت کرده است و درنتیجه کار نیروی الکتریکی مثبت است.

**تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی:** طبق رابطهٔ $\Delta U = -W_E$ و با توجه به این‌که کار نیروی الکتریکی مثبت است، $\Delta U < 0$ بوده و درنتیجه تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی مقداری منفی است.

www.biomaze.ir

**تغییرات پتانسیل الکتریکی:** با حرکت در جهت خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد، بنابراین در جابه‌جایی از B تا A، تغییرات پتانسیل الکتریکی مقداری منفی است.

**اگر...**

اگر به‌جای آن‌که بار الکتریکی q را رها کنیم تا از B به A برود، شخصی به تندی ثابت آن را از B به A می‌برد، علامت کار انجام‌شده توسط شخص چه بود؟

با توجه به آن‌که تندی حرکت ثابت است، طبق قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، کار کل انجام‌شده روی ذره صفر است و می‌توان نوشت:

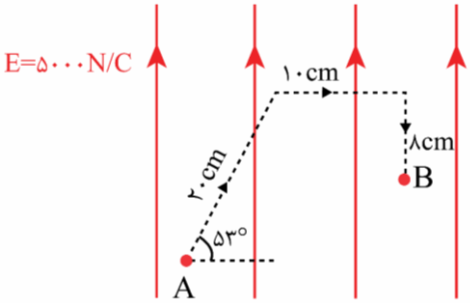
$$W_{کل} = ۰ \rightarrow W_E + W_{شخص} = ۰ \rightarrow W_{شخص} = -W_E$$

از توضیحات ارائه‌شده در حل سؤال می‌دانیم که $W_E > ۰$ است، پس $W_{شخص} < ۰$ خواهد بود.

این سؤال براساس تمرینات انتهای فصل اول کتاب درسی فیزیک یازدهم طرح شده است.

گروه آموزشی ماز

**۲۹- در جابه‌جایی بار $q = -۱۲\mu C$ از نقطهٔ A تا B از مسیر نشان‌داده‌شده، انرژی پتانسیل الکتریکی این بار چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$**




۱) ۷/۲ میلی‌ژول افزایش می‌یابد.

۲) ۷/۲ میلی‌ژول کاهش می‌یابد.

۳) ۴/۸ میلی‌ژول افزایش می‌یابد.

۴) ۴/۸ میلی‌ژول کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

**کار میدان الکتریکی و تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی**

۱- تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی برابر قرینهٔ کار نیروی الکتریکی است و می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} W = Fd\cos\alpha \\ \Delta U = -W \end{cases} \rightarrow \Delta U = -Fd\cos\alpha$$

$$\xrightarrow{F=E|q|} \Delta U = -E|q|d\cos\alpha$$

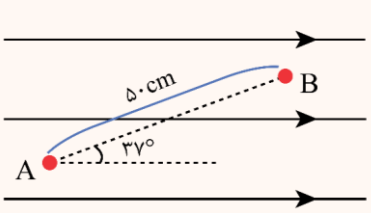
$$\rightarrow |\Delta U| = |Eqd\cos\alpha|$$

دقت کنید کار نیروی الکتریکی فقط به مبدأ و مقصد حرکت بار ربط دارد و مستقل از مسیر حرکت است؛ بنابراین تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی هم فقط به مبدأ و مقصد حرکت ربط دارد.

از رابطهٔ فوق برای محاسبهٔ تغییرات انرژی پتانسیل در یک میدان الکتریکی استفاده می‌کنیم. دقت کنید در حالتی که عمود بر خطوط میدان حرکت کنیم $(\cos\alpha = ۰)$، پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی ثابت می‌مانند.

**مثال:**

در شکل زیر بار الکتریکی $q = ۵\mu C$ درون میدان الکتریکی یکنواخت با بزرگی $۲۰۰۰\frac{N}{C}$ از A به B می‌رود. انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\cos ۳۷^\circ = ۰/۸)$




**پاسخ:**

ابتدا دقت کنید که بار مثبت در جهت میدان یعنی در جهت حرکت خودبه‌خودی حرکت کرده است و درنتیجه انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش یافته است.

در ادامه مقدار کاهش انرژی را محاسبه می‌کنیم.

$$|\Delta U| = |Eqd\cos\alpha| = |۲۰۰۰ \times ۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۰/۵ \times ۰/۸|$$

$$\rightarrow |\Delta U| = ۴ \times ۱۰^{-۳}\,J$$

بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار به‌اندازهٔ $۴ \times ۱۰^{-۳}\,J$ کاهش یافته است.

www.biomaze.ir

۲- با تقسیم رابطهٔ $\Delta U = -E|q|d\cos\alpha$ بر q می‌توانیم تغییرات پتانسیل الکتریکی یعنی $\Delta V$ را محاسبه کنیم.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-E|q|d\cos\alpha}{q} = -Ed\cos\alpha$$

$$\rightarrow \boxed{\Delta V = -Ed\cos\alpha}$$

**مثال:**

بار الکتریکی $q = -۲۰nC$ از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی در این جابه‌جایی به‌اندازهٔ $۴\mu J$ کاهش یابد، کار نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی برابر ..... میکروژول است و پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A به‌اندازهٔ ..... ولت ..... از نقطهٔ B است.

**پاسخ:**

کار نیروی الکتریکی قرینهٔ تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$W_E = -\Delta U = -(-۴) = +۴\mu J$$

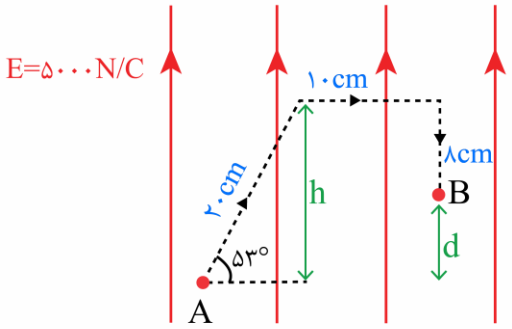
برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی نیز می‌توان نوشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-۴\times۱۰^{-۶}}{-۲۰\times۱۰^{-۹}} = ۲۰۰V \rightarrow V_B - V_A = ۲۰۰V$$

بنابراین پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A به‌اندازهٔ ۲۰۰ ولت کمتر از پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B است.

**پاسخ تشریحی:**

**گام اول:**




برای محاسبهٔ تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی، کافی است فقط جابه‌جایی در راستای میدان را درنظر بگیریم و مسیر حرکت اهمیتی ندارد. فاصلهٔ قائم بین نقاط A و B را به‌دست می‌آوریم:

$$h = ۲۰\sin ۵۳^\circ = ۲۰\times ۰/۸ = ۱۶cm$$

$$d = h - ۸cm = ۸cm$$

**گام آخر:**

$$|\Delta U| = |Eqd_{\text{راستای میدان}}| = ۵۰۰۰\times ۱۲\times ۱۰^{-۶}\times ۸\times ۱۰^{-۲} = ۴/۸\times ۱۰^{-۳}J = ۴/۸mJ$$

دقت کنید که چون بار منفی در جهت میدان حرکت کرده، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش یافته است و $\Delta U > ۰$ است؛ بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار، ۴/۸ میلی‌ژول افزایش یافته است.

گروه آموزشی ماز

**۳۰- ذره‌ای با بار الکتریکی $-۱۰۰nC$ و با جرم ۱۲۵ میلی‌گرم در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی یکنواختی، با تندی $۴۰\frac{m}{s}$ پرتاب می‌شود. اگر اندازهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی مبدأ و مقصد حرکت ۰/۲۵ مگاولت باشد، تندی ذره در مقصد چند متر بر ثانیه است؟ (تنها نیروی وارد بر ذره، نیروی الکتریکی است.)**

۱) ۲۰ ۲) $۲۰\sqrt{۲}$ ۳) $۲۰\sqrt{۳}$ ۴) $۲۰\sqrt{۵}$

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

**پتانسیل و انرژی پتانسیل الکتریکی**

در مسائلی که اتلاف انرژی و نیرویی جز نیروی الکتریکی وجود ندارد، تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی و انرژی جنبشی قرینهٔ هم هستند، بنابراین برای محاسبهٔ تغییرات انرژی جنبشی کافی است تغییرات انرژی پتانسیل را محاسبه کنیم و سپس آن را قرینه کنیم.

پایستگی انرژی: $\Delta U + \Delta K = ۰ \rightarrow \Delta K = -\Delta U$

بنابراین با توجه به این‌که $|\Delta U| = |Eqd\cos\alpha|$ است، برای محاسبهٔ $\Delta K$ داریم:

$$|\Delta K| = |Eqd\cos\alpha|$$

هرگاه بار در جهت خودبه‌خودی حرکت کند، $\Delta K > ۰$ است و انرژی جنبشی زیاد می‌شود و هرگاه بار الکتریکی در خلاف جهت خودبه‌خودی حرکت کند، $\Delta K < ۰$ است و انرژی جنبشی کم می‌شود.

## پاسخ تشریحی

### گام اول:

بار منفی در خلاف جهت میدان حرکت کرده است و انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

$$|\Delta U| = |q\Delta V| = ۱۰۰\times۱۰^{-۹}\times ۰/۲۵\times۱۰^{۶} = ۲/۵\times۱۰^{-۲}\,J$$

$$\xrightarrow{\Delta U<۰} \Delta U = -۲/۵\times۱۰^{-۲}\,J$$

### گام آخر:

چون انرژی مکانیکی پایسته است، اگر انرژی پتانسیل $۲/۵\times۱۰^{-۲}\,J$ کم شود، انرژی جنبشی $۲/۵\times۱۰^{-۲}\,J$ افزایش می‌یابد و می‌توان نوشت:

$$\Delta K = +۲/۵\times۱۰^{-۲}\,J \rightarrow \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) = ۲/۵\times۱۰^{-۲}$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۲}\times۱۲۵\times۱۰^{-۶}\times(v_۲^۲ - ۴۰^۲) = ۲/۵\times۱۰^{-۲}$$

$$\rightarrow v_۲^۲ - ۴۰^۲ = ۴۰۰ \rightarrow v_۲^۲ = ۲۰۰۰ \rightarrow v_۲ = ۲۰\sqrt{۵}\,\frac{m}{s}$$

**نکته:**

با حرکت الکترون در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی، تندی حرکت آن افزایش می‌یابد؛ بنابراین جواب این مسئله باید حتماً از $۴۰\frac{m}{s}$ بزرگ‌تر باشد که در بین گزینه‌ها فقط گزینهٔ (۴) بزرگ‌تر از $۴۰\frac{m}{s}$ است. پس نیازی به حل این سؤال نداشتیم.

گروه آموزشی ماز

**۳۱- فاصلهٔ بین صفحه‌های یک خازن تخت $۰/۰۳mm$ و مساحت هریک از صفحه‌های آن $۸cm^۲$ است و خازن از ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = ۲$ پر شده است. این خازن را با ولتاژ $۲kV$ شارژ می‌کنیم. اگر تمام انرژی این خازن، در مدت $۰/۲ms$ تخلیه شود، این انرژی با چه توان متوسطی برحسب وات، تخلیه شده است؟ $(\varepsilon_۰ = ۹\times۱۰^{-۱۲}\,\frac{F}{m})$**

۱) ۹۶ ۲) ۴/۸ ۳) ۹/۶ ۴) ۴۸

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

**ظرفیت خازن**

با توجه به آن‌که هرچه اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ خازن بیش‌تر باشد، بار ذخیره‌شده در آن بیش‌تر می‌شود، نسبت بار ذخیره‌شده به اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ آن را ظرفیت خازن می‌نامند. ظرفیت خازن، عددی کاملاً ثابت است و آن را با C نشان می‌دهند و واحد آن فاراد یا کولن بر ولت است.

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

هنگامی که یک خازن به ظرفیت C توسط یک باتری با ولتاژ V باردار می‌شود، بار ذخیره‌شده در آن از رابطهٔ $q = CV$ به‌دست می‌آید.

**عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن**

تنها ویژگی‌های ساختمانی می‌توانند بر روی ظرفیت خازن مؤثر باشند.

$$C = \kappa\varepsilon_۰\frac{A}{d}$$

میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن از روابط زیر به‌دست می‌آید:

$E = \frac{V}{d}$ → اگر ولتاژ را داشته باشیم

$E = \frac{q}{\kappa\varepsilon_۰ A}$ → اگر بار را داشته باشیم

www.biomaze.ir

انرژی ذخیره‌شده در خازن از روابط زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{انرژی خازن} \rightarrow \begin{cases} U=\frac{1}{2}CV^2 \\ U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \\ U=\frac{1}{2}qV \end{cases}$$

**مثال:**

یک خازن تخت از صفحه‌هایی با مساحت $10^{-3}\,m^2$ ساخته شده است که در فاصلهٔ $0/5\,mm$ از هم قرار گرفته‌اند و بین صفحه‌ها هوا است. اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل $20\,V$ متصل کنیم تا شارژ شود، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف: ظرفیت خازن چند نانوفاراد است؟ $(\varepsilon_0 = 9\times10^{-12}\,\frac{F}{m})$

$$C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}=1\times9\times10^{-12}\times\frac{10^{-3}}{0/5\times10^{-3}}=18\times10^{-12}\,F=0/018\,nF$$

ب: بزرگی میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن چند واحد SI است؟

$$E=\frac{V}{d}=\frac{20}{0/5\times10^{-3}}=4\times10^4\,\frac{V}{m}$$

پ: بار ذخیره‌شده در خازن چند نانوکولن است؟

$$q=CV\rightarrow q=0/018\times20=0/36\,nC$$

ت: انرژی ذخیره‌شده در خازن چند نانوژول است؟

$$U=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}\times0/018\times20^2=3/6\,nJ$$

**پاسخ تشریحی:**

**گام اول:**

محاسبهٔ ظرفیت خازن تخت $(C)$:

با استفاده از رابطهٔ $C=\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$، ظرفیت خازن تخت $(C)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$C=\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}\xrightarrow[d=0/03mm=0/03\times10^{-3}m=3\times10^{-5}m]{\kappa=2\,,\ \varepsilon_0=9\times10^{-12}\frac{F}{m}\,,\ A=8cm^2=8\times10^{-4}m^2}C=\frac{2\times9\times10^{-12}\times8\times10^{-4}}{3\times10^{-5}}\rightarrow C=48\times10^{-11}\,F$$

**گام دوم:**

محاسبهٔ انرژی ذخیره‌شده در خازن $(U)$:

می‌دانیم انرژی ذخیره‌شده در خازن، از روابط $U=\frac{1}{2}QV=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ به‌دست می‌آید. با توجه به این‌که ظرفیت خازن $(C)$ و همچنین اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن $(V)$ را داریم، برای محاسبهٔ انرژی ذخیره‌شده در خازن $(U)$، از رابطهٔ $U=\frac{1}{2}CV^2$ استفاده می‌کنیم:

$$U=\frac{1}{2}CV^2\xrightarrow{C=48\times10^{-11}F\,,\ V=2kV=2\times10^3V}U=\frac{1}{2}\times48\times10^{-11}\times(2\times10^3)^2$$

$$\rightarrow U=\frac{1}{2}\times48\times10^{-11}\times4\times10^6\rightarrow U=96\times10^{-5}\,J$$

**گام آخر:**

برای محاسبهٔ این‌که انرژی ذخیره‌شده در خازن با چه توان متوسطی $(P)$ برحسب وات، تخلیه شده است، می‌توان نوشت:

$$P=\frac{U}{t}\xrightarrow[t=0/2ms=0/2\times10^{-3}s=2\times10^{-4}s]{U=96\times10^{-5}J}P=\frac{96\times10^{-5}}{2\times10^{-4}}\rightarrow P=48\times10^{-1}\,W=4/8W$$

**۳۲- اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ یک خازن را از ۲۸ ولت به ۴۰ ولت افزایش می‌دهیم. اگر با این کار ۳۳۶ میکروکولن بر بار ذخیره‌شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟**

۱) ۸/۴ ۲) ۱۲ ۳) ۲۸ ۴) ۱۶/۸

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

پاسخ تشریحی:

با استفاده از رابطهٔ $C = \frac{\Delta q}{\Delta V}$ می‌توان نوشت:

$$C = \frac{۳۳۶}{۴۰-۲۸} = \frac{۳۳۶}{۱۲} = ۲۸\,\mu F$$

گروه آموزشی ماز

**۳۳- خازن تختی با ظرفیت ۱۶μF را با یک باتری ۴ ولتی شارژ می‌کنیم و سپس آن را از باتری جدا می‌کنیم. اگر فاصلهٔ بین صفحه‌های خازن را ۱۰ درصد کم کنیم، انرژی ذخیره‌شده در خازن چند میکروژول و چگونه تغییر می‌کند؟**

۱) ۱۲/۸، کاهش ۲) ۱۲/۸، افزایش ۳) ۲۵/۶، کاهش ۴) ۲۵/۶، افزایش

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

پاسخ تشریحی:

انرژی اولیهٔ خازن برابر است با:

$$U_۱ = \frac{۱}{۲}CV^۲ = (\frac{۱}{۲}) \times (۱۶ \times ۱۰^{-۶}) \times (۱۶) = ۱۲۸\,\mu J$$

چون خازن از باتری جدا شده، بار روی صفحات آن ثابت است. ( q ثابت.)

$$C = \frac{\kappa \varepsilon_۰ A}{d} \xrightarrow{A,\kappa \text{ ثابت}} \frac{C_۲}{C_۱} = \frac{d_۱}{d_۲} = \frac{۱۰}{۹}$$

$$U = \frac{q^۲}{۲C} \xrightarrow{q \text{ ثابت}} \frac{U_۲}{U_۱} = \frac{C_۱}{C_۲} = \frac{۹}{۱۰} \rightarrow U_۲ = ۰/۹U_۱$$

$$U_۲ - U_۱ = ۰/۹U_۱ - U_۱ = -۰/۱U_۱ = -۱۲/۸\,\mu J$$

علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش انرژی ذخیره‌شده در خازن است. به عبارتی می‌توان گفت که با کاهش ۱۰ درصدی فاصلهٔ صفحه‌ها، انرژی خازن هم ۱۰ درصد کم شده است.

گروه آموزشی ماز

**۳۴- خازنی را با یک باتری شارژ می‌کنیم و سپس آن را از باتری جدا می‌کنیم. بار الکتریکی به بزرگی ۱۲mC را درون خازن از صفحهٔ مثبت تا صفحهٔ منفی منتقل می‌کنیم و در این حالت انرژی ذخیره‌شده در خازن تغییر نمی‌کند. بار اولیهٔ خازن چند میلی‌کولن بوده است؟**

۱) ۹ ۲) ۶ ۳) ۱۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

**انرژی ذخیره‌شده در خازن**

هنگامی که خازنی به مولد وصل شده است تا در آن بار ذخیره شود، انرژی‌ای که مولد برای پر کردن خازن مصرف می‌کند، به‌صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن ذخیره می‌شود. این انرژی از رابطه‌های زیر قابل‌محاسبه است:

$$U = \frac{۱}{۲}qV = \frac{۱}{۲}CV^۲ = \frac{q^۲}{۲C}$$

**نکته:**

با افزایش تدریجی اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن، بار الکتریکی نیز افزایش می‌یابد به‌طوری‌که نمودار مقدار بار الکتریکی خازن برحسب اختلاف پتانسیل صفحات آن خطی با شیب ثابت خواهد بود. در این نمودار شیب خط برابر با ظرفیت خازن و سطح زیر نمودار برابر با انرژی ذخیره‌شده در خازن خواهد بود.

توجه ۱- اگر خازنی از دو طرف به مولد وصل باشد در این صورت ولتاژ مصون از تغییر است و تغییر ظرفیت فقط روی بار به‌صورت مستقیم اثر می‌گذارد.

توجه ۲- اگر خازنی به مولد وصل شود و پس از باردار شدن از آن جدا گردد، بار آن ثابت است و تغییر ظرفیت در این حالت فقط روی ولتاژ آن به‌صورت معکوس اثر می‌گذارد.

www.biomaze.ir

**پاسخ تشریحی:**

با توجه به ثابت بودن انرژی خازن باید اندازهٔ بار خازن ثابت مانده باشد؛ به عبارت دیگر اگر بار صفحهٔ مثبت در ابتدا q بوده، در حالت دوم بار این صفحه $-q$ شده است و تغییر بار $۱۲\,mC$ معادل با $۲q$ است.

$$۲q = ۱۲ \rightarrow q = ۶\,mC$$

گروه آموزشی ماز

**۳۵- دو کرهٔ رسانای A و B به شعاع‌های ۲cm و ۳cm دارای بار الکتریکی هم‌نام هستند و چگالی سطحی بار الکتریکی کرهٔ A نصف چگالی سطحی بار الکتریکی کرهٔ B است. اگر ۲۵ درصد بار کرهٔ A را برداشته و به کرهٔ B منتقل کنیم، چگالی سطحی بار کرهٔ A چند برابر چگالی سطحی بار کرهٔ B خواهد شد؟**

۱) $\frac{۴۰}{۲۷}$ ۲) $\frac{۲۷}{۷۶}$ ۳) $\frac{۲۷}{۴۰}$ ۴) $\frac{۷۶}{۲۷}$

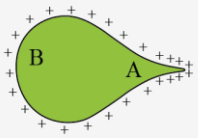
پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۱)

**درس‌نامه**

۱- درصورتی‌که کرهٔ رسانا n الکترون مبادله کند چگالی سطحی آن:

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{ne}{۴\pi r^۲}$$

۲- فهمیدیم که اگر بار یک رسانا تغییر کند، بارها جابه‌جا می‌شوند تا درنهایت به تعادل الکتروستاتیکی برسند پس از رسیدن به تعادل الکتریکی پتانسیل تمام نقاط روی یک رسانا با یکدیگر برابر می‌شود:




$$V_A = V_B$$
$$\sigma_A > \sigma_B$$

**پاسخ تشریحی:**

با استفاده از رابطهٔ چگالی سطحی بار الکتریکی داریم:

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{۴\pi r^۲}$$

**گام اول:**

قبل از انتقال بار الکتریکی:

$$\sigma_A = \frac{۱}{۲}\sigma_B \rightarrow \frac{q_A}{۴\pi r_A^۲} = \frac{۱}{۲} \times \frac{q_B}{۴\pi r_B^۲}$$

$$\rightarrow \frac{q_A}{۴} = \frac{۱}{۲} \times \frac{q_B}{۹} \rightarrow q_B = \frac{۹}{۲} q_A \qquad (۱)$$

**گام آخر:**

پس از انتقال بار الکتریکی:

$$\Delta q = \frac{۲۵}{۱۰۰} q_A = \frac{۱}{۴} q_A \rightarrow q'_A = q_A - \frac{۱}{۴} q_A = \frac{۳}{۴} q_A$$

$$q'_B = q_B + \frac{۱}{۴} q_A \xrightarrow{(۱)} q'_B = \frac{۹}{۲} q_A + \frac{۱}{۴} q_A = \frac{۱۹}{۴} q_A$$

$$\frac{\sigma'_A}{\sigma'_B} = \frac{q'_A}{q'_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ \rightarrow \frac{\sigma'_A}{\sigma'_B} = \frac{\frac{۳}{۴} q_A}{\frac{۱۹}{۴} q_A} \times \left(\frac{۳}{۲}\right)^۲$$

$$\rightarrow \frac{\sigma'_A}{\sigma'_B} = \frac{۳}{۱۹} \times \frac{۹}{۴} = \frac{۲۷}{۷۶}$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

**جمع‌بندی آزمون:** خب حالا بریم کل مباحث این آزمون رو به‌صورت نمودار درختی مرور کنیم...

## گرما

### دما و دماسنج‌ها

- سلسیوس
- کلوین
- فارنهایت
- دماسنج

دانشمندان برای کارهای علمی، سه دماسنج را به‌عنوان دماسنج‌های معیار برای اندازه‌گیری گسترهٔ دماهای مختلف پذیرفته‌اند:

- دماسنج گازی (براساس قانون گازها کار می‌کند.)
- دماسنج مقاومت پلاتینی (براساس مقاومت الکتریکی فلز پلاتین کار می‌کند)
- تف‌سنج (پیرومتر) (براساس مقدار تابش جسم در دماهای مختلف کار می‌کند)

### انبساط گرمایی

هنگامی که دمای یک جسم را افزایش می‌دهیم، طول، مساحت و حجم جسم افزایش می‌یابد و جسم منبسط می‌شود؛ که هر یک از موارد بالا را می‌توان از طریق روابط روبه‌رو به‌دست آورد:

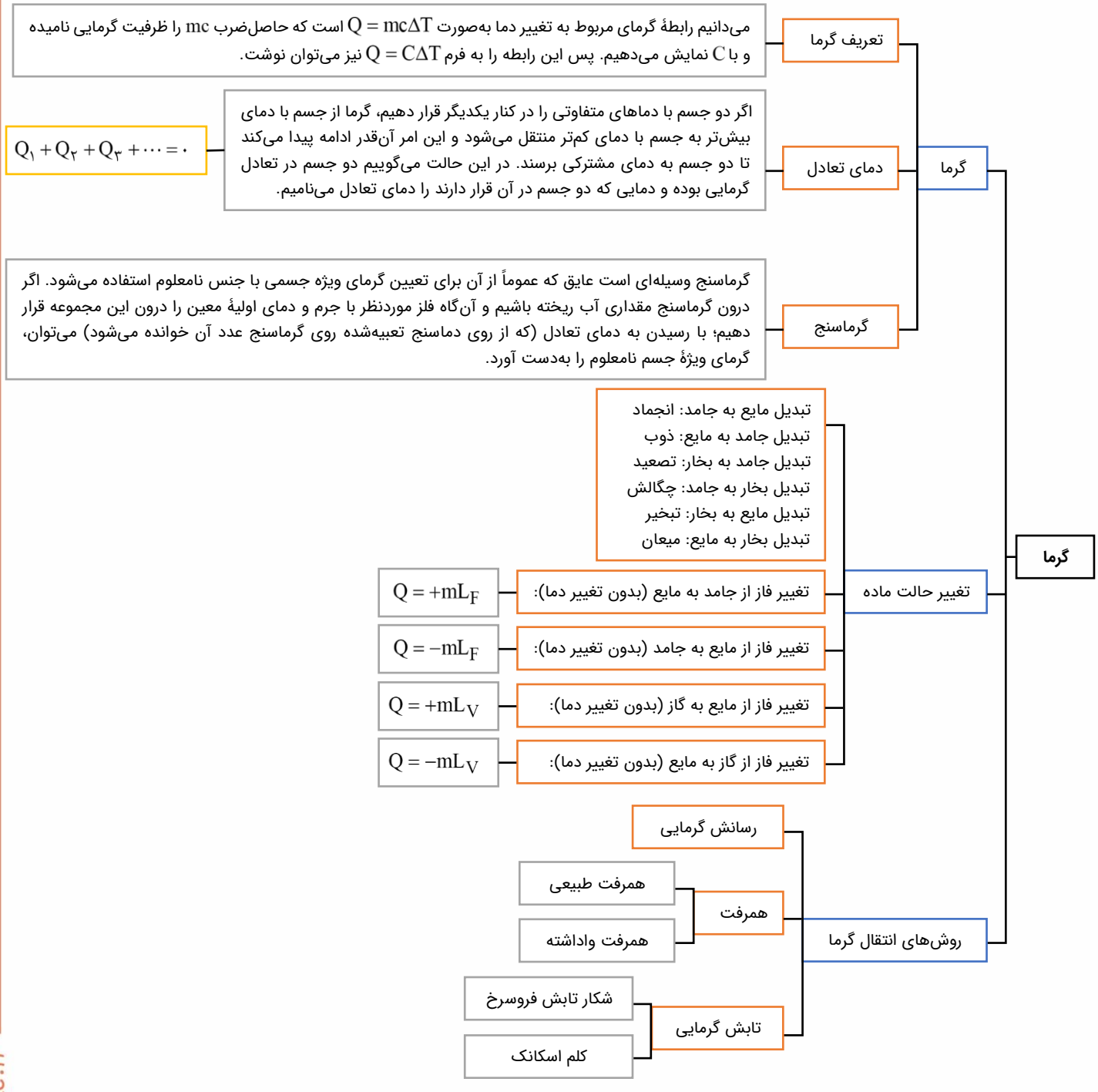
| | |
|---|---|
| تغییر طول | $\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$ |
| طول ثانویه | $L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$ |
| تغییر مساحت | $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta$ |
| مساحت ثانویه | $A_2 = A_1(1+2\alpha\Delta\theta)$ |
| تغییر حجم | $\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta$ |
| تغییر حجم برای مایعات | $\Delta V = V_1(\beta)\Delta\theta$ |
| حجم ثانویه | $V_2 = V_1(1+\beta\Delta\theta)$ یا $V_2 = V_1(1+3\alpha\Delta\theta)$ |
| تغییر چگالی | $\Delta\rho = -\rho_1 3\alpha\Delta\theta$ |
| چگالی ثانویه | $\rho_2 = \rho_1(1-3\alpha\Delta\theta)$ |

**انبساط غیرعادی آب**

رفتار آب در بازهٔ دمایی صفر تا ۴ درجهٔ سلسیوس رفتاری غیرعادی است. درواقع در این بازهٔ دمایی، با افزایش دما، حجم آب دچار کاهش و چگالی آن دچار افزایش خواهد شد.

اگر ظرفی را پر از یک مایع کنیم و دمای مجموعه را افزایش دهیم، هم مایع و هم ظرف هردو دچار انبساط می‌شوند اما چون ضریب انبساط مایعات بیش‌تر از جامدات است، پس مقدار انبساط حجمی مایع بیش‌تر از مقدار انبساط حجمی ظرف است، پس مقداری مایع از ظرف به بیرون خواهد ریخت.

www.biomaze.ir




www.biomaze.ir

## ترمودینامیک

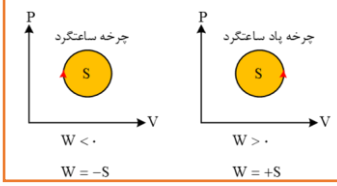
- **معادلهٔ حالت**
  - معادلهٔ حالت $(PV = nRT)$ رابطهٔ بین پارامترهای ترمودینامیکی یک گاز را مشخص می‌شود.
- **تبادل انرژی**
  - تبادل انرژی بین محیط و دستگاه از دو طرق گرما و کار صورت می‌گیرد و معمولاً فرض می‌شود که دستگاه در حین تبادل گرما، در تماس با یک منبع گرما است.
- **انرژی درونی و قانون اول ترمودینامیک**
  - انرژی درونی یک گاز کامل فقط تابع دمای مطلق گاز است.
  - اگر دستگاهی در فرآیندی، گرمای $Q$ را بگیرد و کار $W$ روی آن انجام شود، تغییر انرژی درونی آن حاصل جمع جبری کار و گرمای مبادله‌شده خواهد بود. به این رابطه قانون اول ترمودینامیک گفته می‌شود:
    - $\Delta U = W + Q$
- **برخی از فرایندهای ترمودینامیکی**
  - **فرایند هم‌حجم**
    - در این فرایند حجم دستگاه ثابت است؛ بنابراین در این فرایند کار صفر است.
    - برای مقدار معینی از گاز کامل، در فرایندِ هم‌حجم، اگر گاز گرما بگیرد، فشار و دمایِ آن هر دو افزایش می‌یابند و اگر گرما از دست بدهد، فشار و دمایِ آن هر دو کاهش می‌یابند.
  - **فرایند هم‌فشار**
    - در این فرایند فشار دستگاه ثابت است. برای مقدار معینی از گاز کامل، در فرایندِ هم‌فشار، اگر گاز گرما بگیرد، حجم و دمایِ آن هر دو افزایش می‌یابند و اگر گرما از دست بدهد، حجم و دمایِ آن هر دو کاهش می‌یابند.
  - **فرایند هم‌دما**
    - در این فرایند دمایِ دستگاه ثابت است. برای مقدار معینی از گاز کامل، در فرایندِ هم‌دما، فشار و حجم باهم رابطهٔ معکوس (وارون) دارند. اگر گاز گرما بگیرد، حجم آن افزایش یافته و فشارِ آن کاهش می‌یابد و اگر گاز گرما از دست بدهد، حجم آن کاهش یافته و فشارِ آن افزایش می‌یابد.
  - **فرایند بی‌دررو**
    - در این فرایند بین دستگاه (گاز) و محیط، گرما مبادله نمی‌شود. برای انجام دادن این فرایند یا باید دستگاه را کاملاً عایق‌بندی کنیم و سپس عمل تراکم یا انبساط به‌آهستگی انجام دهیم و یا این‌که گاز را چنان به‌سرعت متراکم یا منبسط کنیم که گاز فرصت تبادل گرما با محیط را پیدا نکند.
    - $\Delta U = Q + W = 0 + W$

www.biomaze.ir

## ترمودینامیک

### چرخهٔ ترمودینامیکی

در یک چرخه، بزرگی کار انجام‌شده روی گاز برابر مساحت سطح محصور آن در نمودار $P-V$ است:




### ماشین‌های گرمایی

#### ماشین‌های گرمایی برون‌سوز

- ابتدایی‌ترین نوع
  - ماشین نیوکامن
- روزآمدترین نوع
  - ماشین استرلینگ
  - ماشین بخار

#### ماشین‌های گرمایی درون‌سوز

- ماشین درون‌سوز دیزلی
  - ۱- ضربهٔ مکش
  - ۲- ضربهٔ تراکم
  - ۳- آتش گرفتن
  - ۴- ضربهٔ قدرت
  - ۵- تخلیه
  - ۶- ضربهٔ خروج گاز
- ماشین درون‌سوز بنزینی

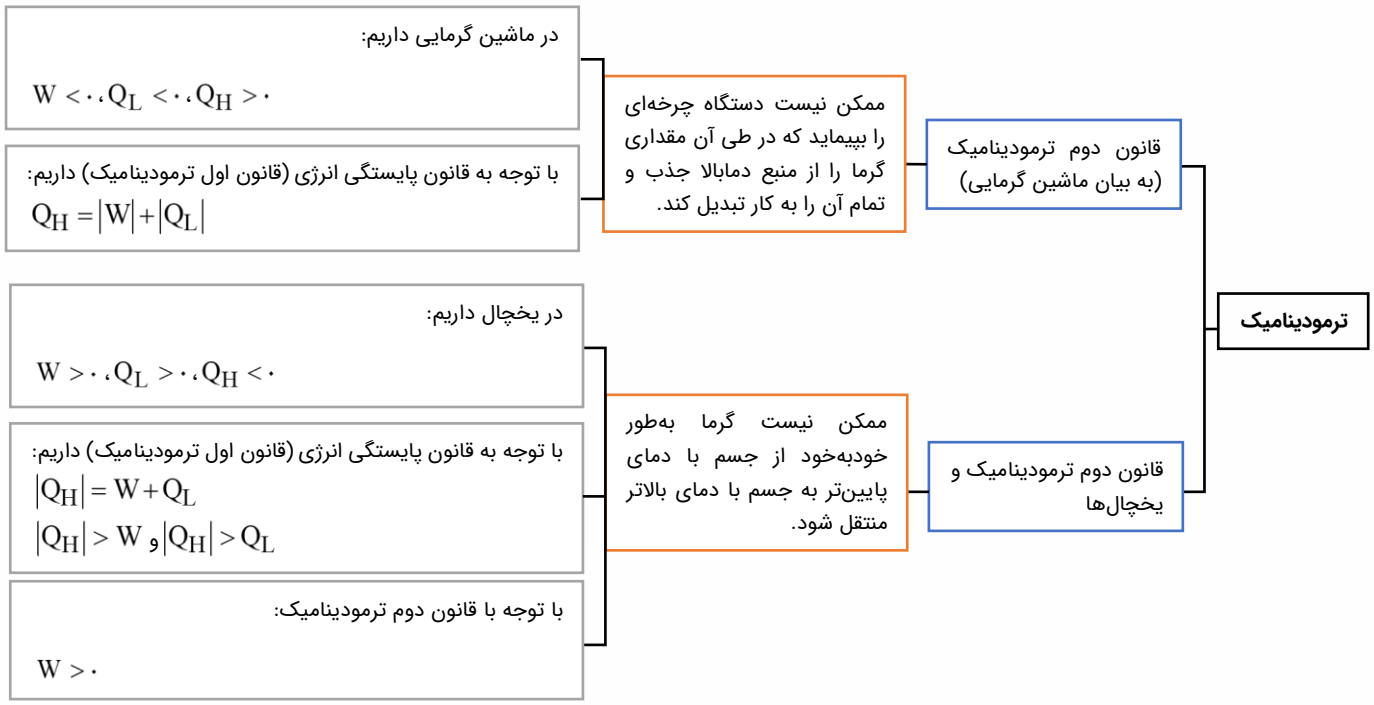
#### بازده ماشین گرمایی

در ماشین‌های گرمایی، انرژی مفید خروجی همان کار $|W|$ و انرژی داده‌شده به ماشین، همان گرمای $Q_H$ است؛ بنابراین برای بازده هر ماشین گرمایی داریم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \xrightarrow{Q_H = |Q_L| + |W|} \eta = ۱ - \frac{|Q_L|}{Q_H}$$

اگر بازده برحسب درصد خواسته شد، نسبت به‌دست‌آمده در بالا را در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم.

www.biomaze.ir




www.biomaze.ir

## الکتریسیتهٔ ساکن

### بار الکتریکی

دو نوع بار الکتریکی وجود دارد:
۱) بار الکتریکی مثبت که منشأ آن پروتون‌ها هستند.
۲) بار الکتریکی منفی که منشأ آن الکترون‌ها هستند.

### پایستگی و کوانتیده بودن بار الکتریکی

پایستگی: بار الکتریکی خودبه‌خود به‌وجود نمی‌آید و خودبه‌خود از بین نمی‌رود! بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.

اصل کوانتیده بودن: کم‌ترین باری که یک جسم می‌تواند داشته باشد به‌اندازهٔ بار یک الکترون است. این مقدار را «بار بنیادی» می‌گویند.

بار الکتریکی یک جسم، مضرب صحیحی از بار بنیادی $(e)$ است:
$q = \pm ne$ و $n = ۰, ۱, ۲, ۳, \ldots$

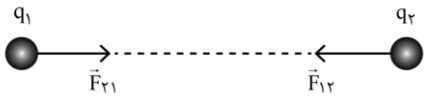
روش باردار کردن اجسام: به سه روش می‌توان اجسام را باردار کرد: ۱- مالش ۲- تماس ۳- القا

الکتروسکوپ (برق‌نما): الکتروسکوپ وسیله‌ای آزمایشگاهی است که از یک رسانای یکپارچه شامل کلاهک فلزی، میلهٔ فلزی و تیغه‌های نازک و سبک و فلزی ساخته شده که بدون اتصال الکتریکی روی پایه‌ای عایق و درون محفظه‌ای شیشه‌ای و شفاف قرار گرفته است. اگر الکتروسکوپ باردار باشد، تیغه‌های فلزی آن از هم دور می‌شوند.

### قانون کولن

دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ که در فاصلهٔ $r$ از یکدیگر قرار دارند، بر هم نیروی الکتریکی وارد می‌کنند که این نیرو بین بارها از نوع کنش و واکنش است یعنی اندازهٔ این نیروها یکسان و جهت‌های آن‌ها مخالف هم است.

$$F = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲} \rightarrow \text{ثابت کولن } k = ۹\times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲}$$




صفر شدن نیروی برایند برای بارهای قرارگرفته در یک راستا

۱- اگر دو بار هم‌نام باشند، در نقطه‌ای مابین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر
۲- اگر دو بار ناهم‌نام باشند، در نقطه‌ای خارج دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر

www.biomaze.ir

## الکتریسیتهٔ ساکن

### میدان الکتریکی

هر بار الکتریکی در فضای اطراف خود خاصیتی ایجاد می‌کند که به‌موجب آن به هر بار دیگری که در آن فضا باشد، نیروی الکتریکی وارد می‌کند. این خاصیت، میدان الکتریکی نام دارد.

اندازهٔ میدان الکتریکی در فاصلهٔ $r$ از $q$ → $E = \frac{k|q|}{r^2}$

اگر یک بار الکتریکی وارد میدان بار الکتریکی دیگری شود، به آن نیرویی وارد می‌شود که از رابطهٔ روبه‌رو به‌دست می‌آید:

$F = E|q_.|$

### خطوط میدان الکتریکی

خط‌های میدان در هر نقطه، هم‌جهت با نیروی وارد بر بار مثبتِ واقع در آن نقطه است.
خطوط میدان الکتریکی به‌صورت شعاعی، از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود.
میدان الکتریکی کمیتی برداری است و میدان الکتریکی در هر نقطه، برداری مماس بر خط میدان عبوری از آن نقطه و هم‌جهت با خط میدان است.
میزان تراکم خطوط میدان الکتریکی، نشان‌دهندهٔ بزرگی میدان است. هر جا خطوط میدان به یکدیگر نزدیک‌تر و فشرده‌تر و پرتراکم‌تر باشند، میدان در آن ناحیه بزرگ‌تر است و بالعکس.
خطوط میدان، یکدیگر را قطع نمی‌کنند، یعنی از هر نقطه از فضا یک خط میدان می‌گذرد که همان میدان الکتریکی برایند است.
تعداد خط‌های میدان الکتریکی که از یک بار الکتریکی خارج یا به آن داخل می‌شوند، با اندازهٔ آن بار متناسب است. خط میدان در نزدیکی بار بزرگ‌تر، خمیدگی کم‌تری دارد.

### کار نیروی الکتریکی

فرض کنید ذره‌ای با بار الکتریکی $q$ در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ به‌اندازهٔ $\vec{d}$ جابه‌جا شود. نیروی الکتریکی وارد بر بار $F_E = E|q|$ و کاری که نیروی الکتریکی روی بار انجام می‌دهد برابر است با:

$W_E = E|q|d\cos\theta$

**نکته:** طبق قضیهٔ کار و انرژی، کار کل انجام‌شده روی یک جسم برابر تغییر انرژی جنبشی آن است:

$W_t = \Delta K$

### انرژی و اختلاف پتانسیل الکتریکی

#### انرژی پتانسیل الکتریکی

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در یک جابه‌جایی، همواره برابر با منفی کار نیروی الکتریکی وارد بر آن بار در آن جابه‌جایی است.

$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = -E|q|d\cos\theta$

اگر جهت جابه‌جایی بار، در خلاف تمایل حرکت بار باشد، آن‌گاه $W_E < 0$ و انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد $(\Delta U_E > 0)$ و اگر جهت جابه‌جایی بار، مطابق تمایل حرکت بار باشد، آن‌گاه $W_E > 0$ و انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد $(\Delta U_E < 0)$.

#### اختلاف پتانسیل الکتریکی

به تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بر یکای بار الکتریکی در جابه‌جایی بین دو نقطه از میدان الکتریکی، اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌گویند (تعریف کمی) و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$\Delta V_E = \frac{\Delta U_E}{q} = \frac{-W_E}{q} \Rightarrow |\Delta V_E| = E|d'|$

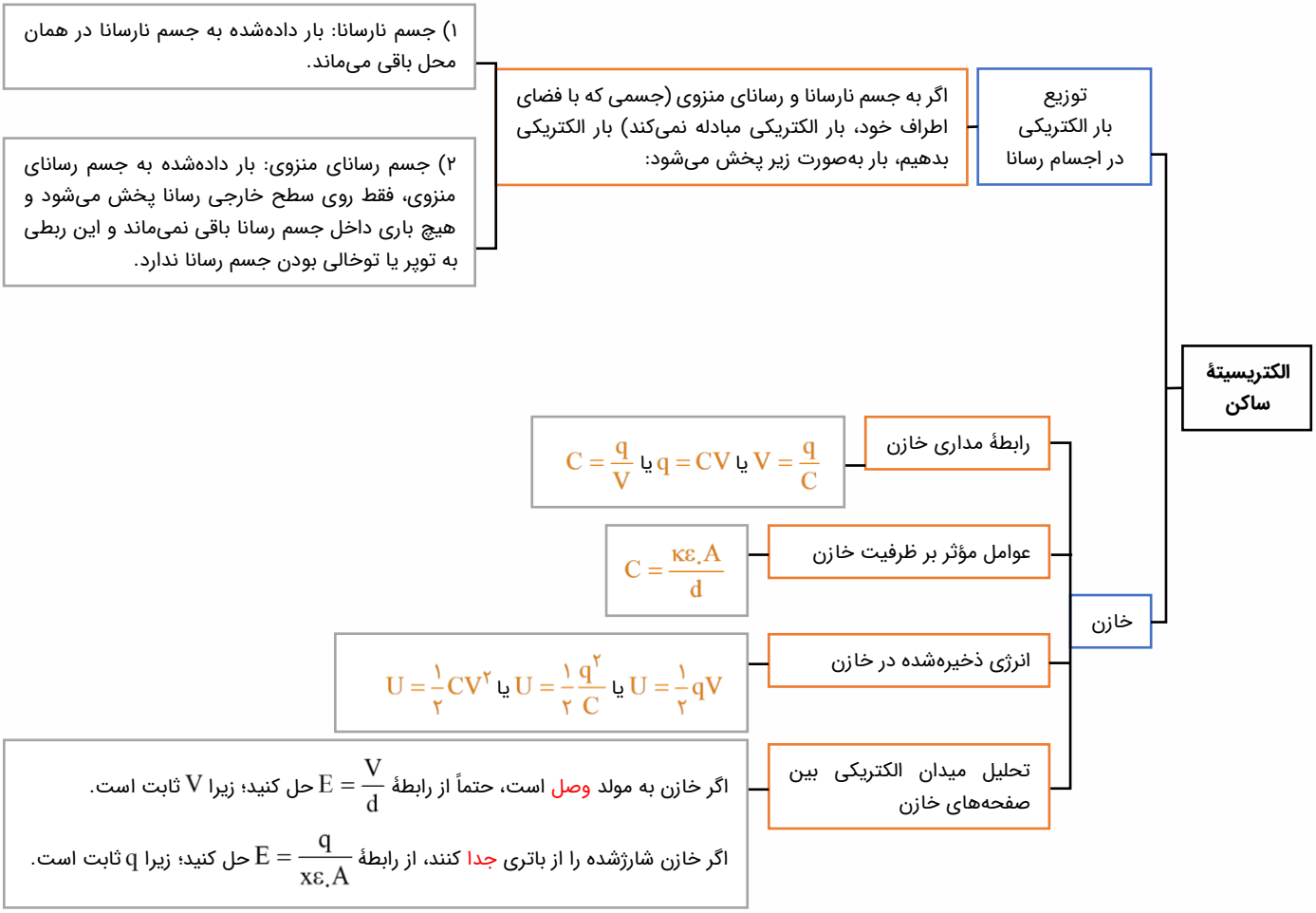
($d'$: اندازهٔ جابه‌جایی در راستای میدان)

- $d'$ در جهت میدان باشد → $\Delta V = -E|d'|$
- $d'$ در خلاف جهت میدان باشد → $\Delta V = +E|d'|$

#### باتری

هر باتری از دو پایانه تشکیل شده است، یکی مثبت و دیگری منفی. هنگامی که می‌گوییم باتری ۱۲ ولت است، یعنی پتانسیل الکتریکی پایانهٔ مثبت $(V_+)$ به‌اندازهٔ ۱۲ ولت از پتانسیل الکتریکی پایانهٔ منفی $(V_-)$ بیش‌تر است.

www.biomaze.ir




www.biomaze.ir

# ۶ دلیل که در آزمون ها کم تست می‌زنید!

بسیاری از دانش‌آموزان بعد از آزمون با این سوال روبه‌رو می‌شوند. در ادامه علل و راه‌حل های این موضوع را بررسی می‌کنیم.

## ۱ مطالبی که مطالعه کرده‌اید اندک است!

زمانی که شما تمام مباحث را به خوبی مطالعه نکرده باشید به خوبی نمی‌توانید از پس سوالات آن مبحث بربیایید.

علل : عدم برنامه‌ریزی درست، ساعت مطالعه پایین. می‌توانید به وبلاگ ماز سر بزنید و مقاله (به برنامه آزمون‌هایم نمی رسم! چکارکنم؟) را مطالعه کنید.

## ۲ اعتماد به نفس پایین!

ممکن است شما حین آزمون دادن به آموخته‌های خود اعتماد نداشته باشید و سوالات را نصفه و نیمه رها کنید.

درنظر داشته باشید آزمون دادن برای یادگیری شماست، در نتیجه از آن بهترین استفاده را ببرید. برای تقویت این مورد کافی است سطح تسلط خودتان را بالا ببرید. این عمل با تست و آزمون دادن بسیار میسر می‌شود.

## ۳ تسلط کم!

حتما برای شماهم پیش آمده که سوالی را تا نیمه حل می‌کنید ولی نمی‌توانید آن را تمام کنید و به جواب نهایی برسید.

علل: آموزش ناقص، حل تعداد کمی تست، راه‌حل های تست‌ها و نکات مهم را به خوبی یاد نگرفته اید. برای رفع این مورد علل آن را پیدا کنید و رفعش کنید.

## ۴ شبیه سازی نکردن!

قبل آزمون بهتر است، شبیه‌سازی آزمون انجام بدهید.

به کمک آزمپن‌های سال‌های قبل ماز که در اپلیکیشن دیجی‌ماز قرار دارد، قبل از آزمون از خودتان آزمون بگیرید. به کمک این آزمون مشکلات مطالعاتی خودتان را پیدا و نکات مهم را یاد بگیرید.

## ۵ تمرکز زیاد روی آموزش و مطالعه و تست‌زنی کم!

بسیاری از دانش‌آموزان بیشتر وقت خود را صرف مطالعه و ویدیو دیدن و.. می‌کنند. درصورتی شما باید حداکثر نصف زمان را برای مطالعه و نصف دیگر را به تست‌زنی اختصاص بدهید.

## ۶ مواجه نشدن با ایده جدید!

بعضی سوالات در آزمون ایده جدیدی دارند. شما نمی‌توانید ایده تمام سوالات را بدانید. اما می‌توانید قبل از آزمون با حل سوالات مختلف ذهن خودتان را آموزش بدهید چطور در مواجه با سوال جدید از آن اطلاعات استفاده کنید.

# ۳ تا اصل مهم برای داشتن مطالعه با کیفیت!

**ساعت مطالعه یا کیفیت مطالعه؟!** حقیقتا کیفیت و ساعت مطالعه مکمل یکدیگر هستند اما کیفیت مهم تراست.

**چه دلایلی باعث می‌شود کیفیت مطالعه ما پایین باشد؟**

- مطالعه در شرایط خستگی
- عدم آگاهی از روش صحیح مطالعه دروس مختلف
- نا امیدی
- نداشتن برنامه درسی مناسب و اصولی یکنواخت
- تغذیه و خواب نامناسب
- استرس روزهای باقی‌مانده

و هزاران دلیل دیگر...

بعداز تشخیص علل کاهش کیفیت باید به سراغ راهکار برای حل این موضوع برویم. ۳ بخش اصلی وجود دارد که درادامه آن‌هارا معرفی می‌کنیم.

**بخش اول: آماده سازی شرایط اولیه**

دراولین مرحله لازم است نور،دما و مرتب بودن اتاقتان را تنظیم کنید. تمام مواردی که زمان مطالعه ممکن است به آن نیاز داشته باشید را درکنار خودتان قرار دهید، مانند: خودکار،کاغذ، کتاب تست، آب آشامیدنی و...

**بخش دوم: آمادگی پیش از مطالعه**

لازم است شما قبل از شروع به مطالعه بدانید که قرار است امروز چند صفحه مطالعه کنید. از چه کتابی و چه مبحثی و چه میزان تست بزنید. زمانی که شما برنامه‌درسی داشته باشید تکلیف روزانه خودتان را می‌دانید و یک برنامه هدفمند برای رسیدن به هدفتان دارید. نداشتن برنامه خود باعث بهم ریختن ذهن شما و نداشتن نظم می‌شود.

**بخش سوم: شروع مطالعه**

این قسمت ۳گام دارد که باید به ترتیب آن را اجرا کنید و سپس به سراغ مطالعه بروید.

## گام اول: آماده‌سازی ذهن

قبل ازاینکه مطالعه را آغاز کنید ذهن خود را از **تفکرات اضافی** خالی کنید. یک کاغذ درکنار خود قرار بدهید و آنچه را که ذهنتان را درگیر کرده است تمام و کمال بنویسید. بعد از تمام شدن کاغذ را در گوشه ای خارج از دامنه دید خودتان قرار بدهید.

## گام دوم: مطالعه فعال

مباحث را به قسمت‌های کوچک‌تری تبدیل کنید و برای هرقسمت مدت زمانی را مشخص کنید. سر زمان مطالعه را تمام کنید و درگیر وسواس مطالعاتی نشوید.

شروع به مطالعه کنید و مطالب را روزنامه‌وار مطالعه نکنید، سعی کنید مطالعه فعالی داشته‌باشید و نکات مهم را علامت بزنید.

ارتباطی بین مباحث جدید و مباحث قبلی مطالعه شده را پیدا کنید. مطالب را دسته‌بندی کرده، نمودار رسم کنید.

اگر در مطالعه قسمتی مشکل دارید از دوستان،معلم و کلاس‌های کمک‌آموزشی ماز بهره ببرید. درنظر داشته باشید یاد دادن مباحث به دیگران باعث تثبیت آن در ذهنتان خواهد شد.

درس‌خواندن به تنهایی کافی نیست، باید دست به قلم شوید نمونه سوال و تست‌های زیادی را حل کنید.برای شروع بهتراست به سراغ تمرین‌های ساده‌تر بروید بعد که مفهوم اصلی را درک کردید به سراغ سوالات تست‌های سخت‌تر بروید.

ازهرتست به سادگی نگذرید. نکات مهم را استخراج د نقاط ضعف خودتان را پیدا کرده و رفع کنید. بعد از چندروز مطالعه در آزمون شرکت کنید.

## قدم سوم: تنوع در مطالعه

در برنامه‌ریزی درسیتان دروس متنوعی قرار دهید، حتی تنوع در نوع مطالعه هم داشته باشید. مثلا: مطالعه درس زیست و تست‌زنی درس شیمی.

درمحیط مطالعه و حالت مطالعه خودتان نیز تنوع ایجاد کنید. سعی کنید به‌صورت یکنواخت در شرایطی قرار نگیرید.

به مدت زمان مطالعه و استراحتتان پایبند باشید.

با تکرار و رعایت این نکات می‌توانید پیشرفت را در نتیجه آزمون‌های خودتان ببینید.