ـ فشار ـ

Subject: Year. Month. Day.

فشار Pa $P = \frac{f}{A}$ — N نیروی عمودی — سطح مقطع m^2

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

$P = \frac{mg}{A}$ منشوری

$1\,\mathring{A} = 10^{-10}\,m$ آنگستروم

$P = \rho . g . h$ فشار وارد از طرف مایع به ته ظرف

$V = Ah$

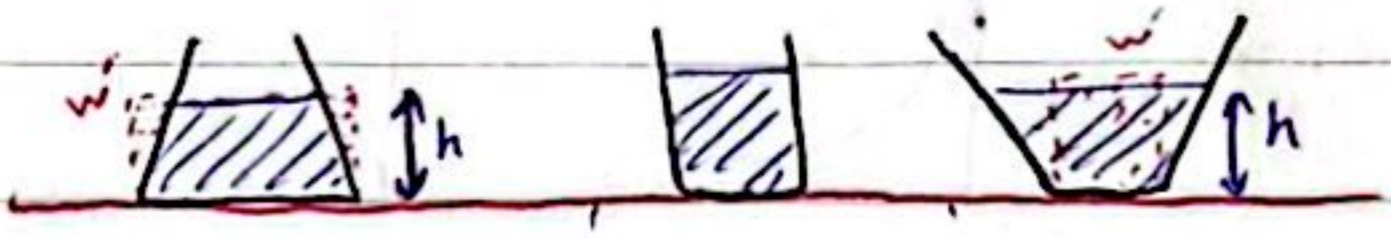
$\rho = \frac{m}{V}$

نیرو $f = P . A$ یا $\Rightarrow$ $f = \rho . g . h . A$

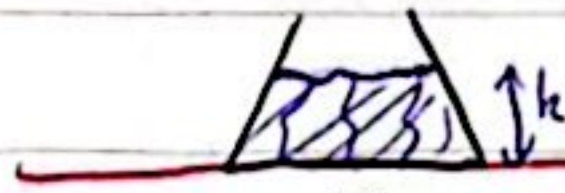
$f = \rho g . V$

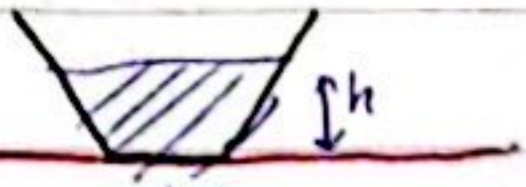
$f = m . g$

نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع ← $f = w'$



$P = \frac{w'}{A}$, $w' > w$ وزن آب داخل ، $P = \frac{mg}{A} = \rho g h$; $w' = w$ منشوری ; $P = \frac{w'}{A}$, $w' < w$


(1)


(2)

فشار $P = \rho g h$ $P_1 = P_2$

نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع $F = P . A$ $f_1 > f_2$

$A_1 > A_2$

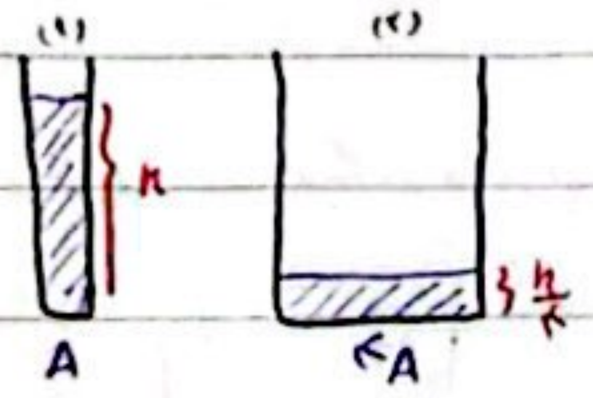
* فشار با سطح مقطع رابطه عکس دارد :(f مشخص باشد)

$\uparrow P_{max} = \frac{\overset{ث}{f}}{A_{min}\downarrow}$ $\downarrow P_{min} = \frac{\overset{ث}{f}}{A_{max}\uparrow}$

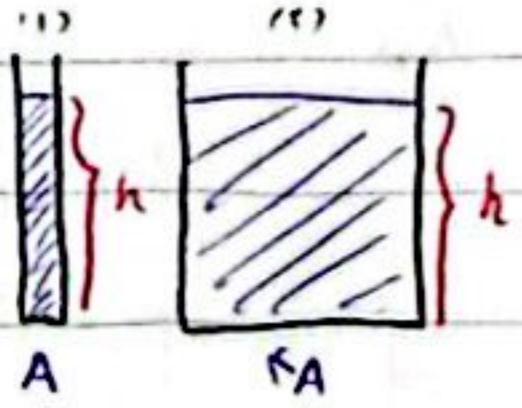
ث $P = \frac{f\downarrow}{A\downarrow}$ $P = \frac{m\downarrow}{A\downarrow} \Rightarrow \downarrow m = \rho . A\downarrow h$

(منشوری)

* فشار وارد بر ته ظرف مایع به شکل و اندازه سطح مقطع ظرف مایع بستگی ندارد. (به شرطی که ارتفاع آن مایع تغییری نکند)

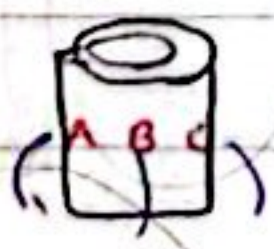


$P_2 = \frac{1}{4} P_1$

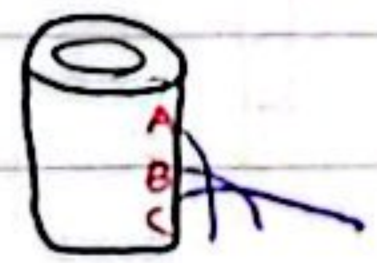


$P_1 = P_2 = \rho g h$

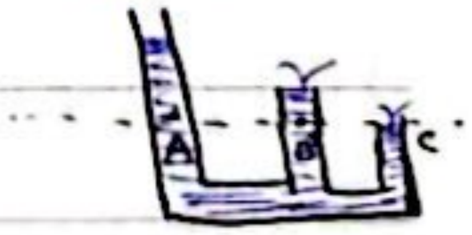
* فشار در نقاط هم‌سطح از یک نوع مایع برابر است. (به شرطی که مایع در حالت سکون یا تعادل باشد.)



$P_A = P_B = P_C$



$P_A < P_B < P_C$



$P_A > P_B > P_C$

▲ $P = \rho g h$ غلط $\Rightarrow P = \rho g h$

$P \to Pa$, $\rho \to \frac{g}{cm^3}$, $g \to SI$, $h \to cm$

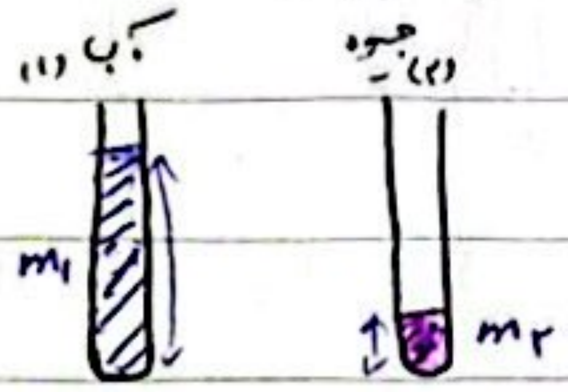
$P \to Pa$, $\rho \to \frac{kg}{m^3}$, $g \to SI$, $h \to m$

- تبدیل واحد (یکا) در فشار :

۱۰۸،۸		۱۰۸۸۰۰
۵۴،۴		۵۴۴۰۰
۲۷،۲		۲۷۲۰۰
۱۳،۶	چگالی جیوه	۱۳۶۰۰
۶،۸		۶۸۰۰
۳،۴		۳۴۰۰
۱،۷		۱۷۰۰
۰،۸۵		۸۵۰

$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{8}$

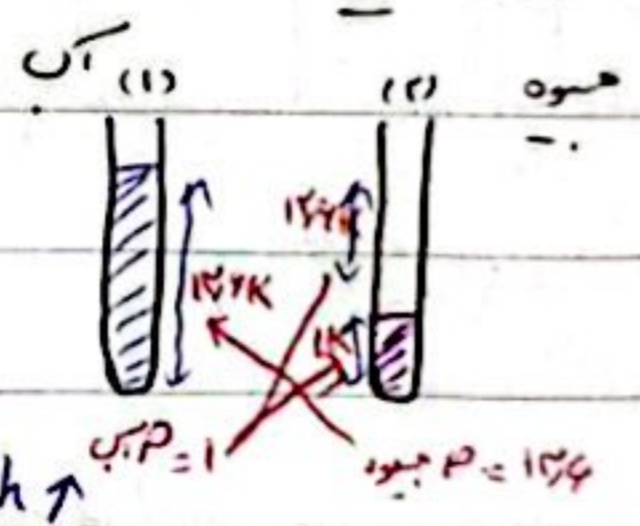
- فرض کنید فشار وارد بر ته دو لوله جیوه و آب برابر باشد :



آب (۱)
جیوه (۲)
m_1
m_2

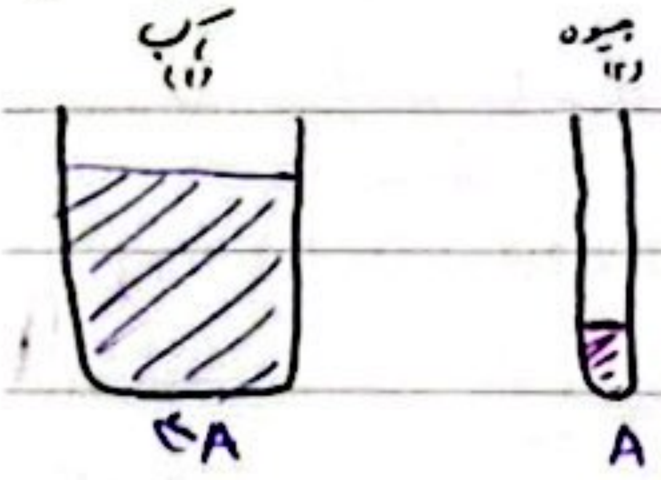
ث $P = \frac{mg}{A}$ ث ث

$m_1 = m_2$

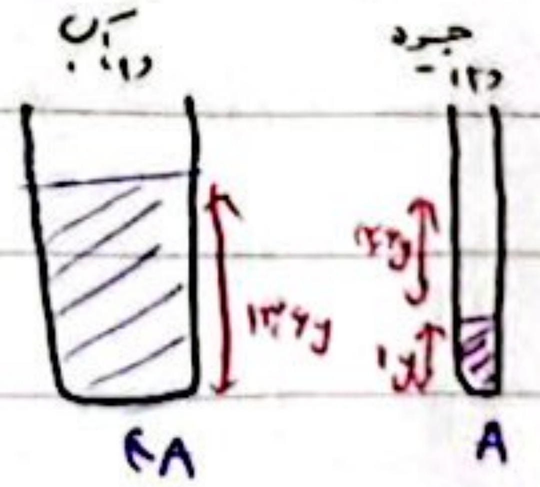


آب (۱)
(۲) جیوه
۱۳،۶h
۱۳،۶h
h
P آب = ۱
P جیوه = ۱۳،۶

$P = \rho \overset{ث}{g} h \uparrow$ ث



آب (۱)
جیوه (۲)
۴A
A



آب (۱)
جیوه (۲)
۱۳،۶h
h
۱h
۴A
A

ث $P = \frac{mg}{A}$ ث ۴ برابر ۴ برابر

$m_{آب} = 4\, m_{جیوه}$

$P = \rho . g . h$

P جیوه = ۱۳،۶ P آب = ۱

۱۳۶ ۱۰

۶۸ ۵

۳۴ ۲،۵

۱۳۶ cm آب

۱۰cm جیوه

۵cm روغن

1cm

4cm آب

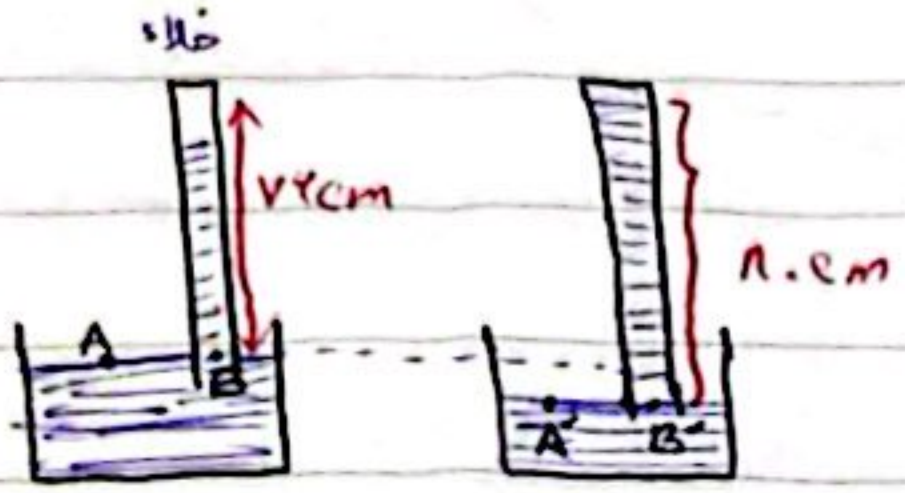
P آب = ۱ P روغن = ۰،۸

۱۰ ۵

۸ ۴

هر $۱۰^۵$ پاسکال برابر ۱ بار است

- اندازه‌گیری فشار هوا در کنار هوا



$P_A = P_B$ $\qquad$ $P_{A'} < P_{B'}$

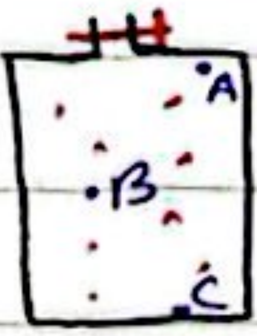
$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = \rho_{جیوه} \cdot g \cdot h_{جیوه}$

$P_0 = ۱۳۶۰۰ \times ۹٫۸ \times \frac{۷۶}{۱۰۰} = ۱۰۱۳۰۰\ Pa =$ یک اتمسفر

$1\ Bar = ۱۰^۵\ Pa$ و $1\ atm = ۱٫۰۱۳ \times ۱۰^۵\ Pa$

$\star$ $P_0 = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۷۶}{۱۰۰} = ۱۰۳,۳۶۰\ Pa$ حفظ

- فشار گازها :



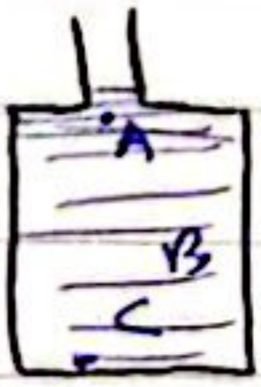
$P_A = ۵۰۰۰\ Pa$

$P_B = ۵۰۰۰٫۱\ Pa$

$P_C = ۵۰۰۰٫۰۳\ Pa$

$P_A \simeq P_B \simeq P_C = ۵۰۰۰\ Pa$

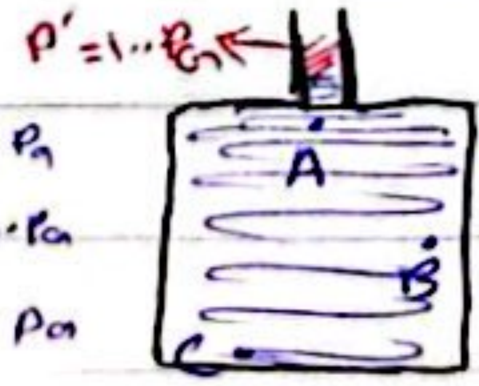
★ اصل پاسکال : فشار اضافه شده به یک مایع محصور به تمام نقاط آن به یک اندازه اضافه می‌شود.



$P_A = ۲۰۰۰\ Pa$

$P_B = ۵۰۰۰\ Pa$

$P_C = ۸۰۰۰\ Pa$



$P_A = ۲۱۰۰\ Pa$

$P_B = ۵۱۰۰\ Pa$

$P_C = ۸۱۰۰\ Pa$

۱۰۵ + ① ۸۰۱ ۸۰۹

Subject: Year. ۹۷ Month. Day. ۲۷

$۲۰۰۰ \times ۱/۲ \times \frac{۱۷}{۲} = ۳۶۰۰$ Pa

$۳۶۰۰ \times \frac{۲}{۱۷} \times ۱۰ = ۴۸۰۰$

$$\boxed{W_{f_{\text{پایستار}}} = -\Delta U}$$

- کار نیروی پایستار برابر است با تغییر انرژی پتانسیل با علامت منفی.

۴۸۰۰ / ۴۸۰۰ / ۱۰۳۰۰ / ۴۰۰۰

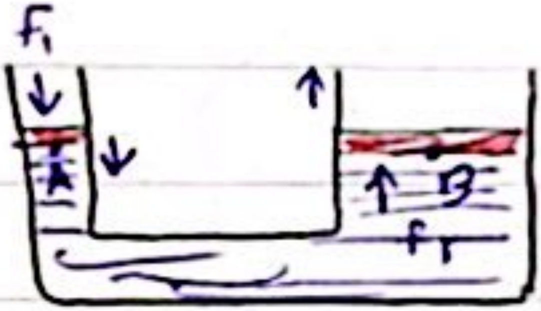
۱۰۰۰۰۰ / ۴۸۰۰ / ۱۰۴۸۰۰ / ۱۰۴۸

۱۰۴۸۰ ⑧۰

۱۰۰۰۰ / ۱۰۲۰۰ / ۱۱۰۲۰۰ / ۱۰۴۷

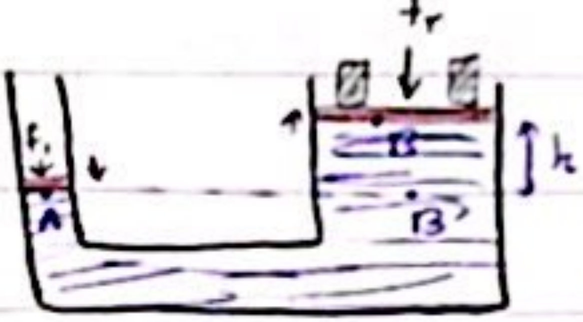
۱۳/۹۱ ۱۳۰۶ / ۲۹ / ۱۰۸۸ / ۰۰۱۳۰

(۲۱) حل



$P_A = P_B$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$



$P_A \neq P_B$

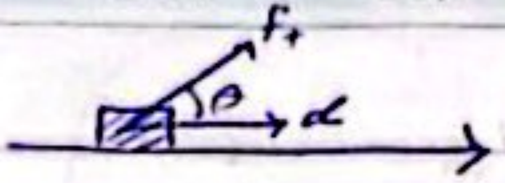
$P_A = P_{B'}$

$$\frac{F_1}{A_1} = \rho g h + \frac{F_2}{A_2}$$

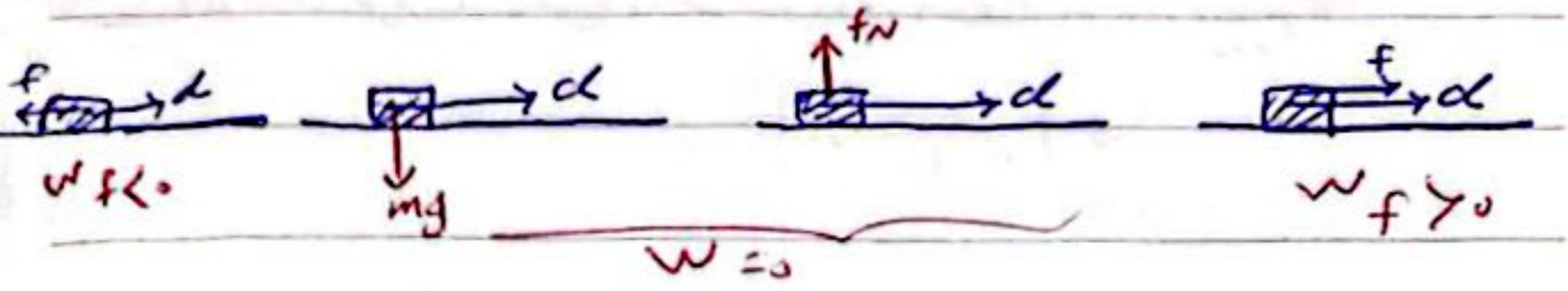
-کار و انرژی-

Subject: کار نیروی برایند Year. Month. Day.

① $W_{f_t} = W_t = f_t \cdot d \cdot \cos\theta$



② $W_{f_t} = W_{mg} + W_{f_k} + W_{f_{\text{خارجی}}} + \dots$ $W_f > 0$



③ $W_{f_t} = \Delta K$ قضیه کار و انرژی جنبشی

$W_f = \Delta K$

$W_{f_{\text{پایستار}}} = -\Delta U$

$W_{f_t} = W_{mg} + W_{f_k} + W_{f_{\text{خارجی}}} + \dots$

۳* $\Delta U + \Delta K = W_{f_k} + W_{f_{\text{خارجی}}}$

$\Delta U + \Delta K = \Delta E = E_2 - E_1$

- نیروهای پایستار (بقا دارند): نیروی جاذبه - نیروی فنر - نیروی میدان الکتریکی
- نیروی های ناپایستار (نیروهای مقاوم)، بقا ندارند W_{f_k}

← کار آن ها به مسیر حرکت بستگی دارد: نیروی اصطکاک و مقاومت هوا

$K = \frac{1}{2} m v^2$ و $\Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$

نیروی پایستار: کار نیرو های پایستار به مسیر حرکت بستگی ندارد بلکه به نقطه شروع و پایان بستگی دارد.

نیروی جاذبه	نیروی فنر	نیروی میدان
$f = mg$	$F = K \cdot x$	$f = E q$
$U = mgh$	$U = \frac{1}{2} K x^2$	$U = q \cdot V$
$\Delta U = m \cdot g \cdot \Delta h$	$\Delta U = \frac{1}{2} K (x_2^2 - x_1^2)$	$\Delta U = q \cdot \Delta V$

Subject: Year. Month. Day.

$$\boxed{W_{f_{\text{پایستار}}} = -\Delta U}$$

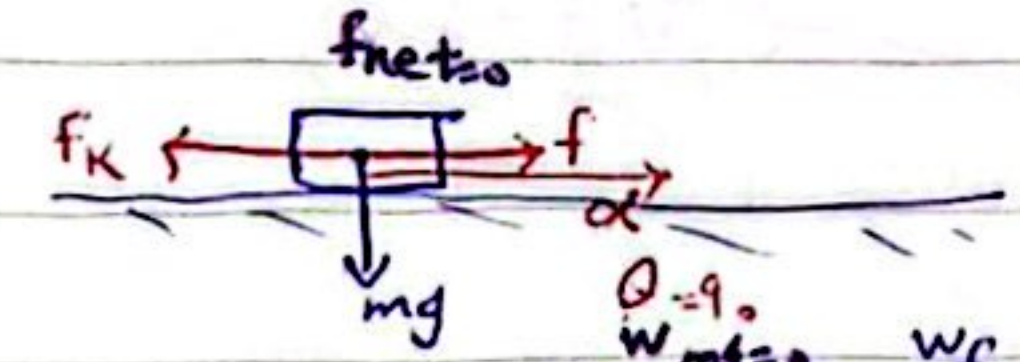
- کار نیروی پایستار برابر است با تغییر انرژی پتانسیل با علامت منفی

- انرژی حرکتی جسمی ثابت بماند: $\overset{\text{بله}}{\Delta K} = ۰$ و $\overset{\text{بله}}{W}_{f_{net}} = ۰$

↳ $f_{net} = ۰$? خیر

$$W_{f_{net}} = ۰ \Rightarrow \underset{\substack{?\\ \text{صفر}}}{f_{net}} \cdot \underset{\substack{?\\ \text{صفر}}}{d} \cdot \underset{\substack{?\\ \text{صفر}}}{\cos\theta} = ۰$$

اما:



$W_{f_{net}} = \Delta K = ۰$

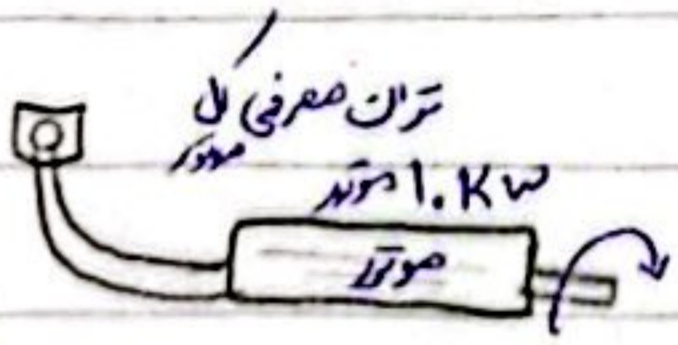
$\overset{\theta = ۹۰}{W_{mg}} = ۰$ $W_f \neq ۰ \rightarrow W_f = f \cdot d$

$W_{f_K} = -f_K \cdot d$

$\Delta U + \Delta K = ۰$ $\Delta E = ۰ \Rightarrow E_۲ = E_۱$

$v = \sqrt{v^۲ \pm ۲a\Delta x}$

↳ $v_۰ = ۰ \rightarrow v = \sqrt{۲gh}$ $(a = g)$



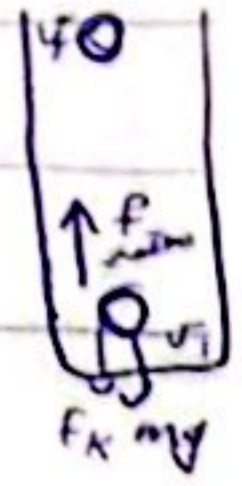
- توان:

$P_{\text{توان الکتریکی}} = V \cdot I = ۱۰۰۰۰W$

$P_{\text{مفید}} = ۸KW$

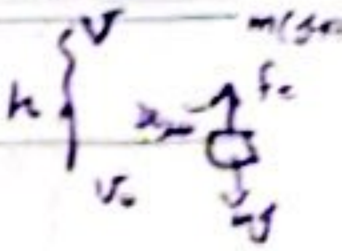
$f_D , f_K ,$ گرما ، اتلاف $= ۲KW$ $Ra = ۸۰\%$

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل مصرفی}}} = \frac{\overset{۸۰۰۰}{W_{\text{کار مفید}}}}{\underset{\substack{\text{کل } W\\ ۱۰۰۰۰}}{P} \cdot t} = \frac{\overset{۵۰۰۰}{mgh} + \overset{۲۰۰۰}{\Delta K} + \overset{\substack{۱۰۰۰\\ \text{اتلاف}}}{W_f}}{P \cdot t_{(۱s)}}$$

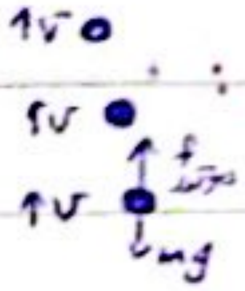


$Ra = 1$ (۱۰۰٪)

$$\underset{توان}{P_{av}} = \overset{ثابت}{F} \cdot \vec{v}_{av} \quad \vec{v}_{av} = \frac{v_0 + v}{2}$$



اگر :



$$\begin{cases} a = 0 \\ f_{net} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} W_{f_K} = 0 \\ W_{f_D} = 0 \\ f_2 = 0 \\ \Delta K = 0 \end{cases}$$

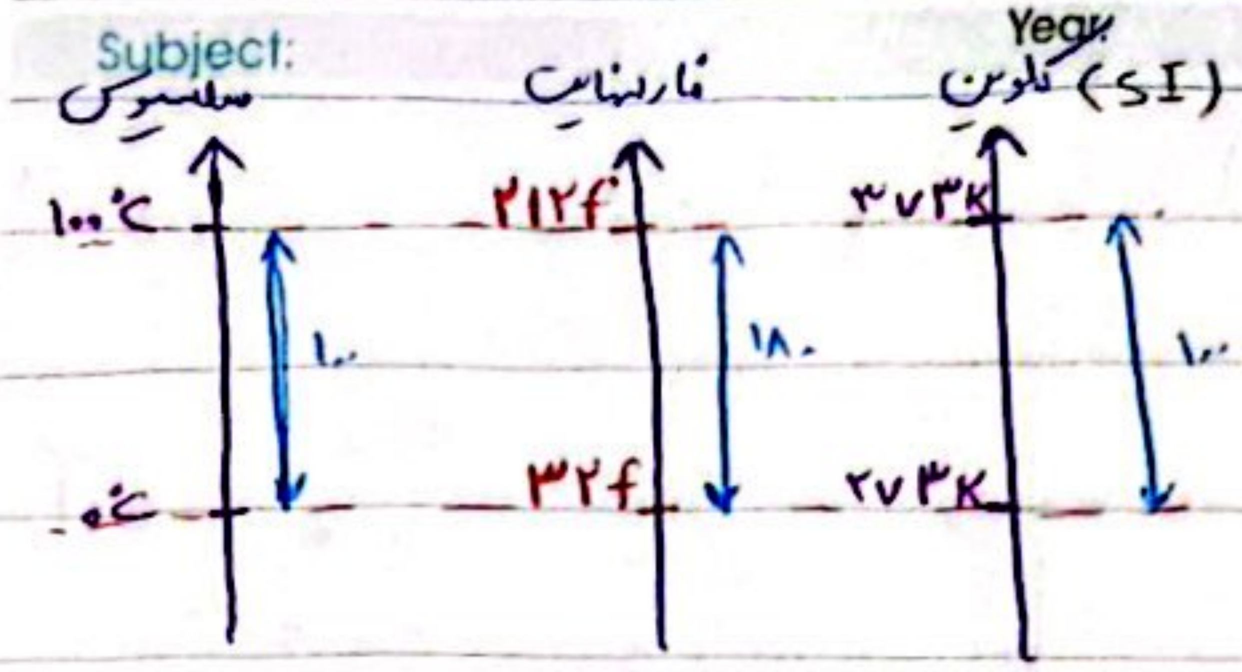
$$Ra = \frac{P_{مفید}}{P_{کل}} = \frac{W}{P \cdot t} = \frac{\overset{f_{موتور}}{\overbrace{mgh}} + \cancel{\Delta K} + \cancel{W_f}}{P_{کل} \cdot t}$$

$$Ra = \frac{mgh}{P \cdot t} = \frac{f_{موتور} \cdot h}{P \cdot t} = \frac{f_{موتور} \cdot v}{P_{کل}}$$

$P_{کل} = f \cdot v$

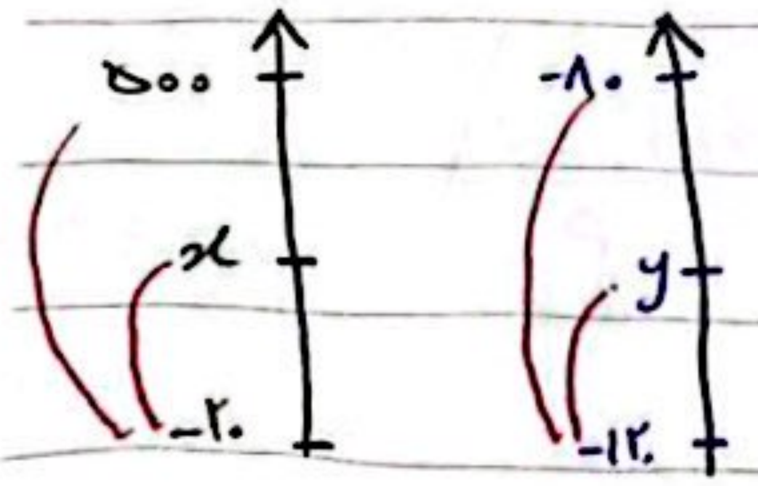
$\cos 0 = +1$

$\cos 180 = -1$

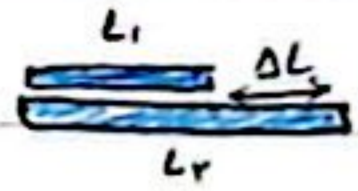

سلسیوس
فارنهایت
کلوین (SI)
100°C
0°C
۲۱۲f
۳۲f
۳۷۳K
۲۷۳K
۱۰۰
۱۸۰
۱۰۰

$F = ۱/۸\,\theta + ۳۲$ $T = \theta + ۲۷۳$

$\Delta f = ۱/۸\,\Delta\theta$ $\Delta T = \Delta\theta$


۵۰۰
x
-۲۰
-۸۰
y
-۱۲۰

$$\frac{۵۰۰-(-۲۰)}{x-(-۲۰)} = \frac{-۸۰-(-۱۲۰)}{y-(-۱۲۰)}$$


L_1
ΔL
L_2

طول، قطر، شعاع

$$\begin{cases} \Delta L = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta \\ L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta A = A_1 \cdot ۲\alpha \cdot \Delta\theta \\ A_2 = A_1(1+۲\alpha\Delta\theta) \end{cases}$$

جامد
$$\begin{cases} \Delta V = V_1 \cdot ۳\alpha \cdot \Delta\theta \\ V_2 = V_1(1+۳\alpha\Delta\theta) \end{cases}$$

مایع   جامد
$B >>> ۳\alpha$

مایع
$$\begin{cases} \Delta V = V_1 \cdot B \cdot \Delta\theta \\ V_2 = V_1(1+B\Delta\theta) \end{cases}$$

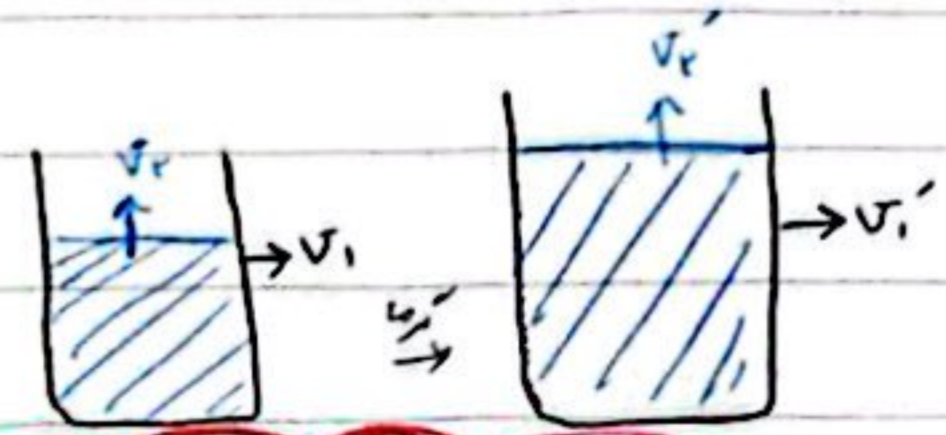
$$\Delta \rho = -\rho_1 \cdot 3\alpha \cdot \Delta\theta$$

✓ $\rho_2 = \rho_1 (1 - 3\alpha \cdot \Delta\theta)$ یا $\rho_2 = \frac{\rho_1}{1+3\alpha\Delta\theta}$

$$\frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \cdot \Delta\theta$$

$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 =$ درصد تغییر طول

$\alpha \Delta\theta \times 100 =$ درصد تغییر طول



V_2
V_1
گرما
V_2'
V_1'

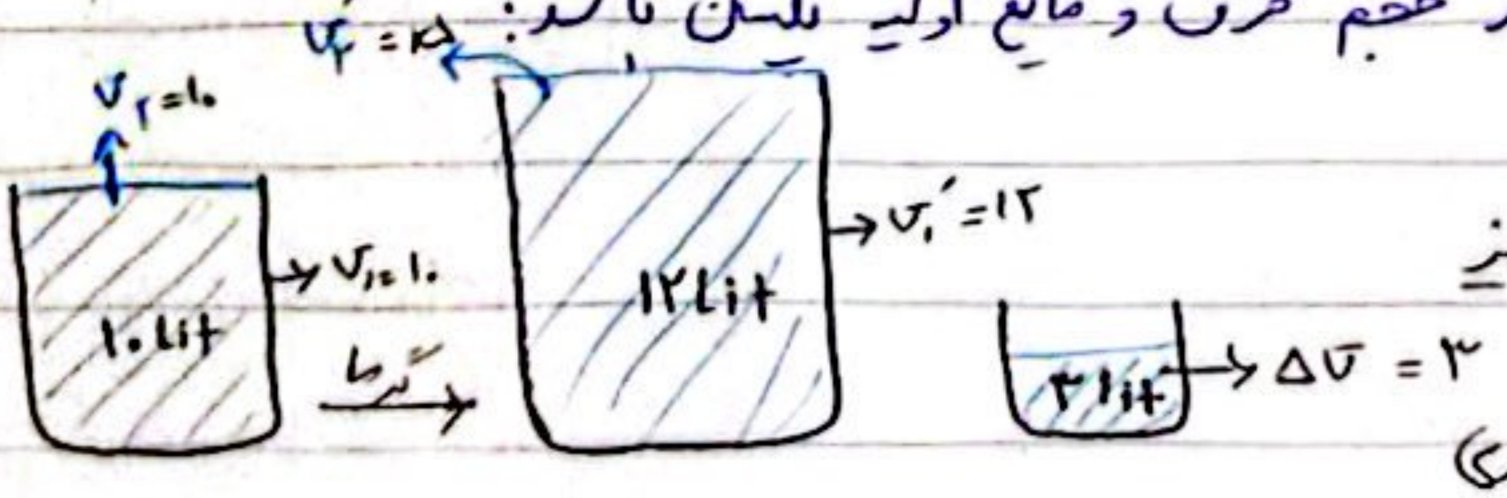
$$V_1' = V_1 \cdot (1 + 3\alpha\Delta T)$$

$$\Delta V_1 = V_1 \cdot 3\alpha \cdot \Delta T$$

$$V_2' = V_2 \cdot (1 + \beta\Delta T)$$

$$\Delta V_2 = V_2 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

- اگر حجم ظرف و مایع اولیه یکسان باشد:

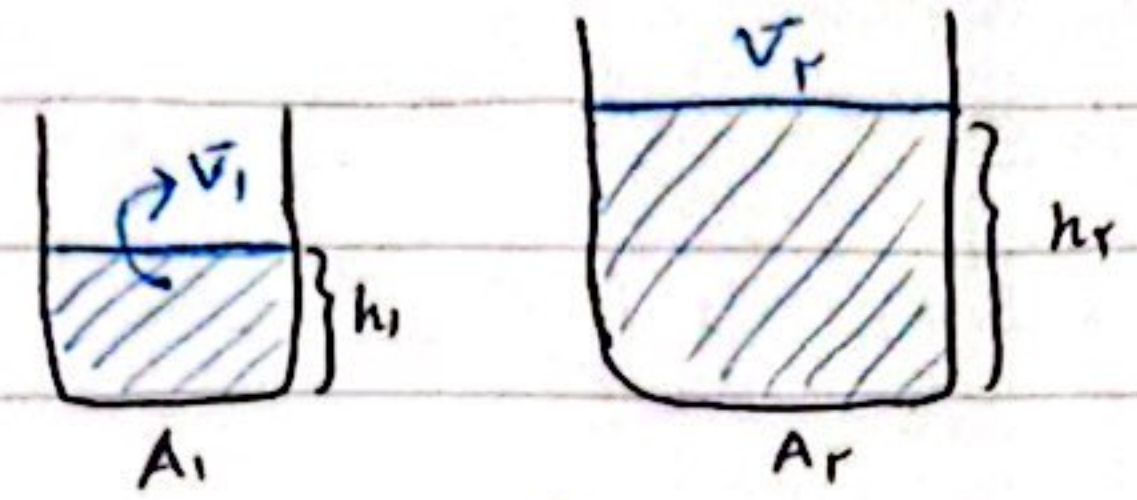


$V_2' = 15$
$V_2 = 10$
$V_1 = 10$
10 lit
گرما
$V_1' = 12$
12 lit
3 lit
$\Delta V = 3$

حجم سرریز -
افزایش -
حجم ظاهری

$$\underbrace{\Delta V}_{3} = \underbrace{\Delta V_2}_{5} - \underbrace{\Delta V_1}_{2}$$

حجم سرریز * $\Delta V = V_0 \cdot (\beta - 3\alpha) \cdot \Delta T$



h_1

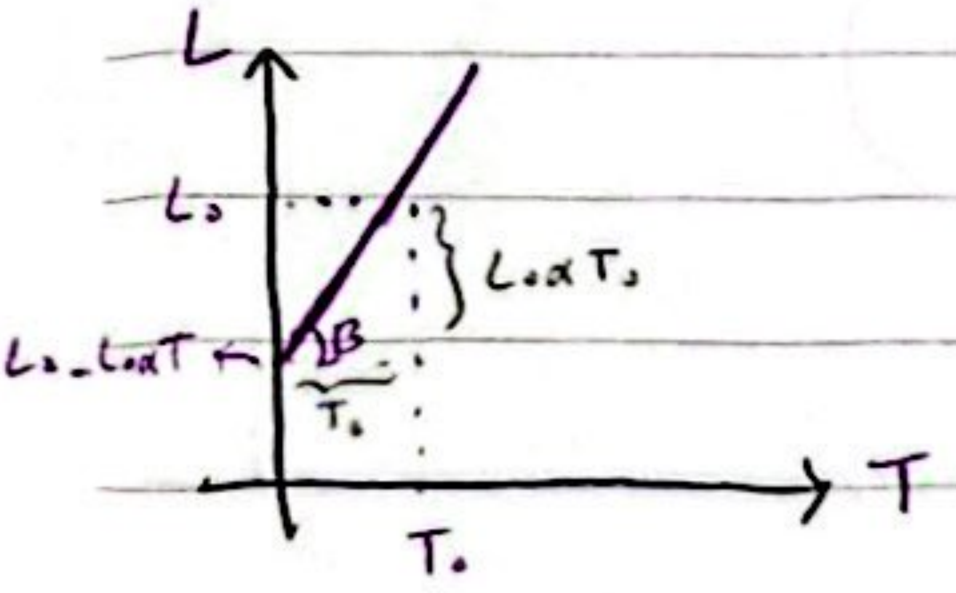
$$h_2 = \frac{V_2}{A_2} = \frac{V_1 (1+\beta \cdot \Delta T)}{A_1 (1+2\alpha \Delta T)}$$

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{1+\beta \cdot \Delta T}{1+2\alpha \cdot \Delta T}$$

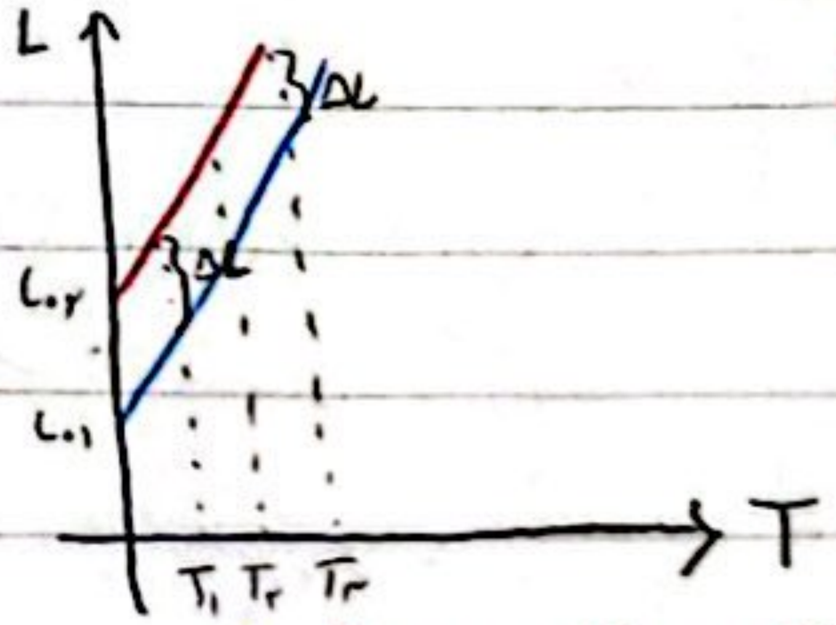
$$\begin{cases} * \; h_2 = h_1 (1 + (\beta - 2\alpha) \cdot \Delta T) \\ * \; \Delta h = h_1 \cdot (\beta - 2\alpha) \cdot \Delta T \end{cases}$$

$y = a \quad x + \quad b$

$L = (L_0 \alpha) T + (L_0 - L_0 \alpha T)$ شیب خط $\tan_\beta = \boxed{L_0 \alpha}$



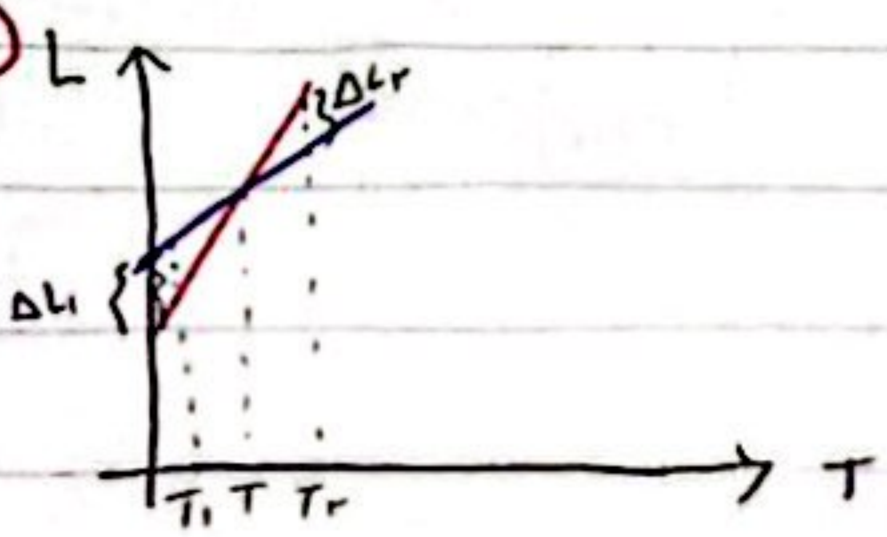
①



- اگر دو خط موازی باشند ↑

$\alpha_1 L_{01} = \alpha_2 L_{02}$

②



T_1 و T_2 $\leftrightarrow |\Delta L_1| = |\Delta L_2|$

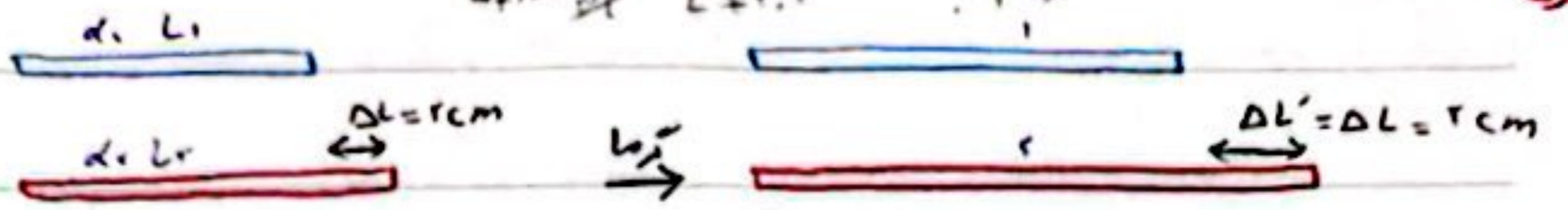
$T_1 \rightarrow L_{ق} < L_{آبی}$

$T_2 \rightarrow L_{آبی} < L_{ق}$

$۱۵۰۰ = L_{Cu} \cdot ۱۸×۱۰^{-۶}×۳۰ - L_{Fe}×۳۰×۱۲×۱۰^{-۶}$ ۲۵۰۰۰۰

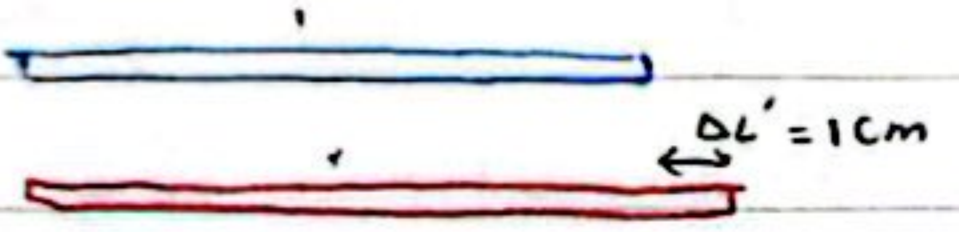
$۱۵۰۰ = ۶×۱۰^{-۶}(۳L_{Cu} - ۲L_{Fe})$ $\frac{۱۵×۱۰}{۶×۱۰^{-۶}} = ۲۵×۱۰^{۵} = L+۱۰۰۰$ ①

$L+۱۰۰$ $L+۱۰۰$



$\alpha_1 L_1 = \alpha_2 L_2$

②



$\alpha_1 L_1 > \alpha_2 L_2$

- تعادل گرمایی :

۱) اگر اتلاف انرژی نداشته باشیم ۲) اگر تغییر حالت نداشته باشیم

$Q_1+Q_2+Q_3+\dots+Q_n=0$

$m_1c_1(\theta_e-\theta_1)+m_2c_2(\theta_e-\theta_2)+\dots=0$

$$\theta_e = \frac{m_1c_1\theta_1+m_2c_2\theta_2+\dots \pm \text{انرژی}}{m_1c_1+m_2c_2+\dots}$$

$۱\ cal = ۴٫۲\ J$ $c_{آب} = ۴۲۰۰\ \frac{J}{kg°C} \xrightarrow{÷۴۲۰۰} c_{آب} = ۱\ \frac{cal}{g°C}$

$c_{یخ} = ۲۱۰۰\ \frac{J}{kg°C} \longrightarrow c_{یخ} = ۰٫۵\ \frac{cal}{g°C}$

- اگر تغییر حالت داشته باشیم :

★ اگر به یک جسم گرما بدهیم نمی‌توانیم بگوییم الزاماً دمای جسم افزایش یافته! زیرا گرمای داده شده به جسم می‌تواند فقط صرف تغییر حالت جسم شده باشد مثل گرمایی که به مقداری یخ ۰°C می‌دهیم تا به آب ۰°C تبدیل شود.

۱۰۰cc   ۰٫۱kg   ۱cc $۱۰^{-۳}$kg
۱cc $x = \frac{۱۰^{۰}}{۱۰^{۳}} = ۱۰^{-۳}$ $۱۰^{۳}$cc   ۱kg

Subject: Year.   Month.   Day.

$Q = m \cdot L_f$ ↓ گرمای نهان ویژه ذوب

$Q = m \cdot L_v$ ↓ گرمای نهان ویژه تبخیر

$$L_f = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg} = ۳۳۶ \frac{KJ}{kg} = ۳۳۶ \frac{J}{g} \xrightarrow{\div ۴۲۰} ۸۰ \frac{cal}{g}$$

در بعضی از سوالات

$$L_f = ۳۳۴۰۰۰ \frac{J}{kg} = ۳۳۴ \frac{KJ}{kg} = ۳۳۴ \frac{J}{g} = ۷۹٫۵ \frac{cal}{g} \simeq ۸۰$$

$$L_v = ۲۲۶۸۰۰۰ \frac{J}{kg} = ۲۲۶۸ \frac{KJ}{kg} = ۲۲۶۸ \frac{J}{g} = ۵۴۰ \frac{cal}{g}$$

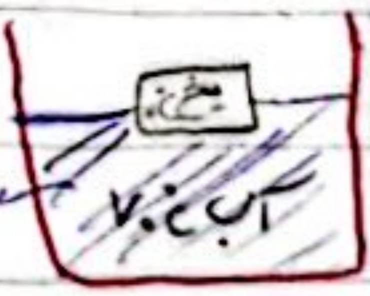
در بعضی از سوالات

$$L_v = ۲۲۵۶۰۰۰ \frac{J}{kg} = ۲۲۵۶ \frac{KJ}{kg} = ۲۲۵۶ \frac{J}{g} = ۵۳۷ \frac{cal}{g} \simeq ۵۴۰$$

مثال) ~~۲۰۰g~~ ۲ب یخ ۰°C را با ~~۳۰۰g~~ ۳ب آب ۷۰°C مخلوط می‌کنیم. دمای تعادل؟

$L_f = ۸۰$، $c_{یخ} = ۰٫۵$ و $c_{آب} = ۱$

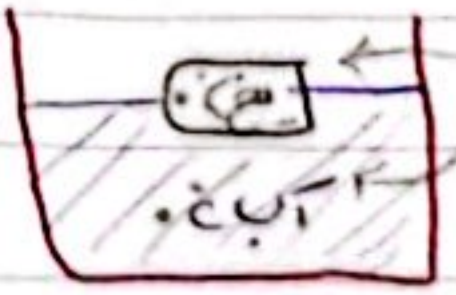
① $۳ \times ۷۰ = ۲۱۰$ J گرما داریم



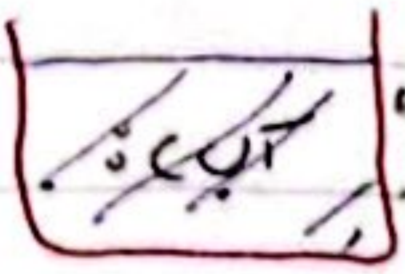
[illegible] تبدیل به آب بشه

② یخ ۰ → آب ۰

$۲ \times ۸۰ = ۱۶۰$ J

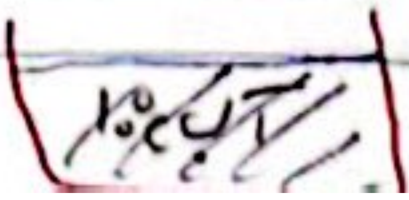


گرما ۲۱ J



۵۰ J گرمای اضافه

③ $\frac{۵۰}{۲+۳} = ۱۰$°C دمای تعادلی



مثال) ~~۸۰۰g~~ $\overset{۸}{}$ یخ ‎-۶۰°C‎ را با ~~۲۰۰g~~ $\overset{۲}{}$ آب ‎۱۰°C‎ مخلوط می‌کنیم. دمای تعادل؟

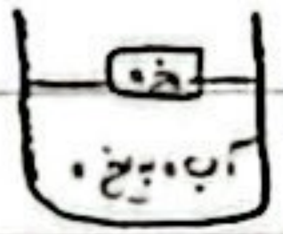
① آب: ‎۲ × ۱۰ = +۲۰‎

یخ: ‎۸ × ۱/۲ × ۶۰ = -۲۴۰‎

② یخ صفر ← آب صفر

‎۲ × ۸۰ = +۱۶۰‎

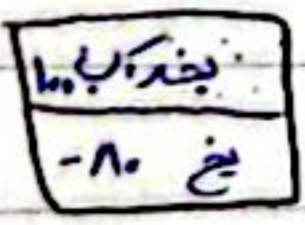
$$\overset{\boxed{+ \text{ یا } -}}{}\quad \theta_c = \frac{m_1c_1\theta_1 + \dots + m_n c_n \theta_n}{\text{بیانه } mc}$$



‎-۶۰ J‎ گرما می‌ماند

③ $\dfrac{-۶۰}{۱۰ \times \underset{\text{یخ}}{\frac{۱}{۲}}} = -۱۲°C = \theta_c$

مثال) ~~۵g~~ $\overset{۱}{}$ بخار آب ‎۱۰۰°C‎ را با ~~۹۵g~~ $\overset{۱۹}{}$ یخ ‎-۸۰°C‎ مخلوط می‌کنیم. اگر ‎۵۲۵۰J‎ گرما از محیط وارد ظرف شود. دمای تعادل؟

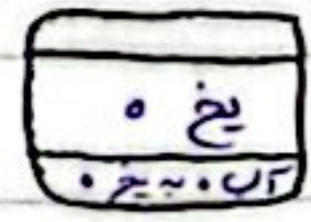

بخار آب ۱۰۰
یخ -۸۰

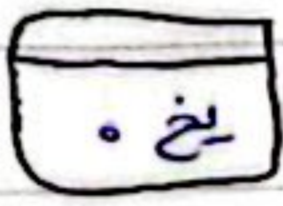
① بخار آب ‎۱ × ۵۴۰ = +۵۴۰‎

آب ۱۰۰ ‎۱ × ۱ × ۱۰۰ = +۱۰۰‎

یخ ۰ ← آب ۰ ‎۱ × ۸۰ = +۸۰‎

‎+۷۲۰‎





‎-۱۵J‎

‎+۷۴۵‎

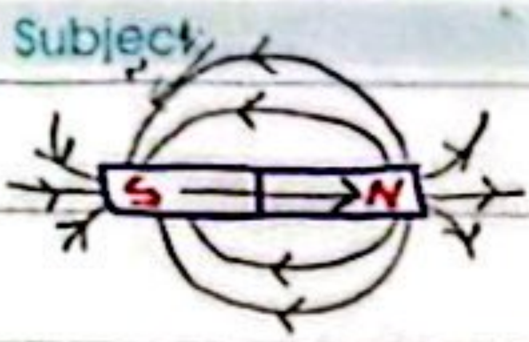
‎-۷۶۰‎

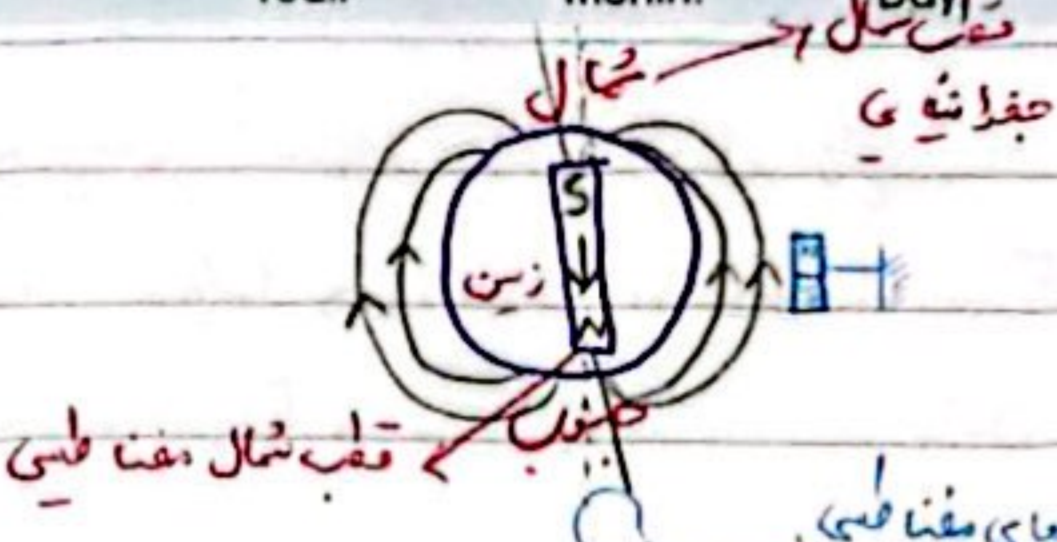
② $\dfrac{۵۲۵۰\,J}{۴۲۰۰ \times \frac{۵۰}{۱۰۰۰}} = +۲۵$

③ ‎-۸۰‎ یخ ← صفر ‎۱۹ × ۱/۲ × ۸۰ = -۷۶۰‎

$\dfrac{-۱۵}{۲۰ \times ۰/۵} = -۱/۵$

- مغناطیس -



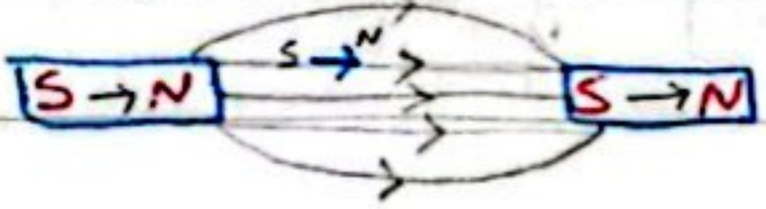

قطب شمال جغرافیایی
شمال
S
زمین
N
جنوب
قطب شمال مغناطیسی

قطب های مغناطیسی بر قطب های جغرافیایی منطبق نیستند و انحراف دارند

★ نوک عقربه مغناطیسی قطب N است. عقربه مغناطیسی مماس بر خطوط میدان قرار میگیرد.

S ⟶ N

B میدان مغناطیسی

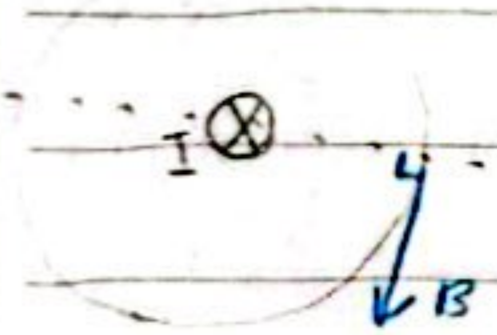


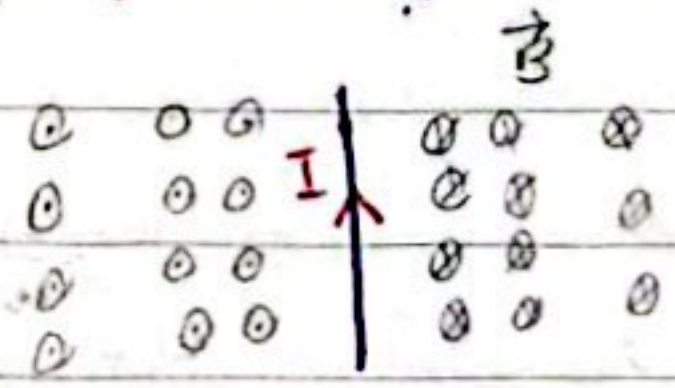
⊙ بیرون سو

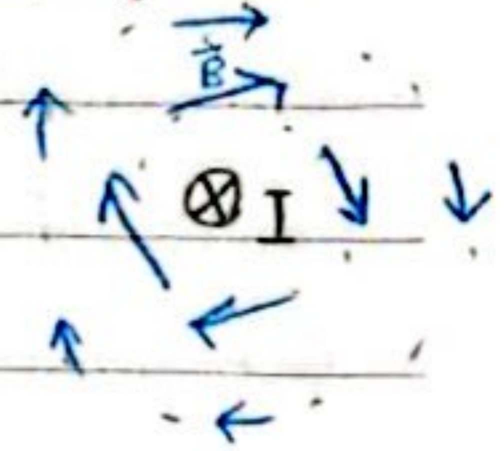
⊗ درون سو

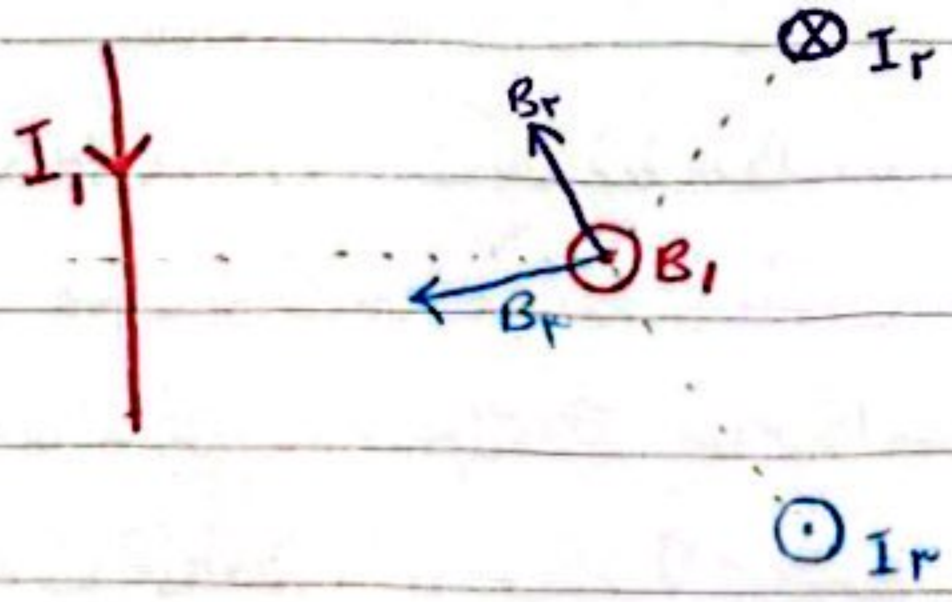
- قاعده‌ی دست راست برای تعیین جهت $\vec{B}$ اطراف سیم بلند مستقیم حامل جریان:

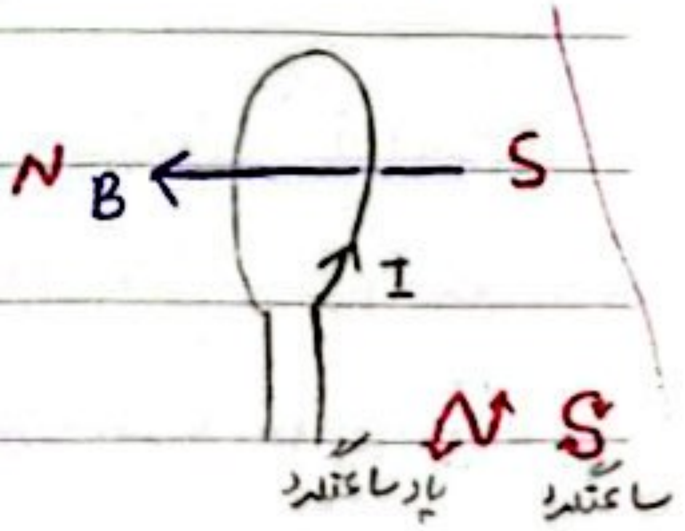
شست ← جهت جریان چهار انگشت ← جهت میدان یا برعکس








I_2
B_3
I_1
B_1
B_2
I_3


N
B
S
I
N
S
پادساعتگرد
ساعتگرد

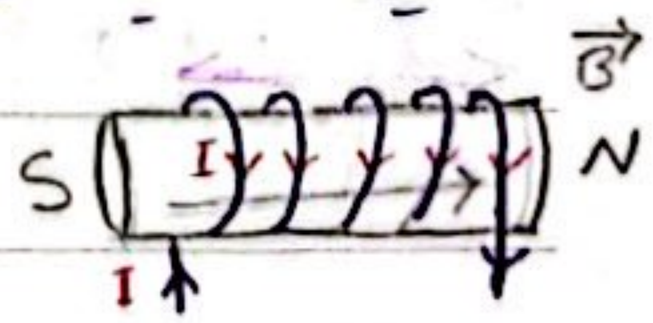
- میدان مغناطیسی درون یک سیم لوله آرمانی:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L} = \frac{\mu_0 I}{D}$$

L ← طول سیملوله

I چهار انگشت

B انگشت شست



طول سیم ←

$$N = \frac{L}{2\pi R}$$

✓ $L = ND$

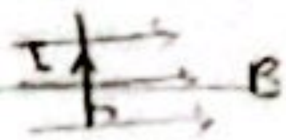
قطر ←

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$

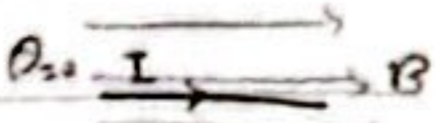
ضریب نفوذپذیری

- نیروی مغناطیسی وارد بر سیم راست رسانای حامل جریان :

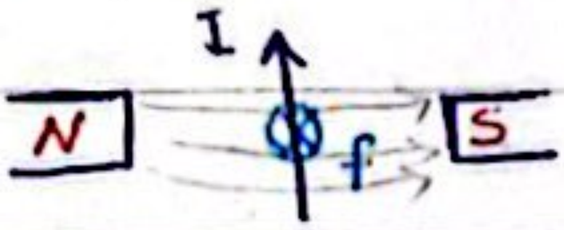
$F = BIL\sin\theta \rightarrow f_{max} = BIL\sin 90^\circ$



$\hookrightarrow f_{min} = 0 = BIL\sin 180^\circ$ یا $\sin 0^\circ$



انگشت شست ← f   چهار انگشت ← I   کف دست ← B



★ نیروی بین دو سیم موازی حامل جریان

الف) برای جریان های همسو، ربایشی   ب) برای جریان های ناهمسو، رانشی

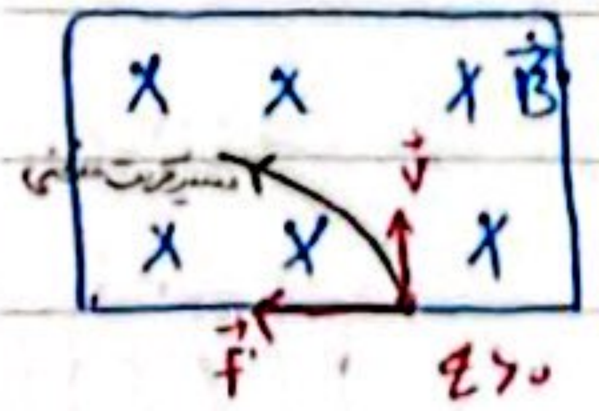
- نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی :

$f = |q| v B \sin\theta$ بار ⊕ دست راست   بار ⊖ دست چپ

انگشت شست ← f   چهار انگشت ← v   کف دست ← B

★ برای تعیین حرکت یک ذره باردار در یک میدان مغناطیسی یکنواخت :

۱) جهت بردار سرعت و نیرو را مشخص کنید   ۲) مسیر حرکت ذره، منحنی است که بر بردار سرعت ($\vec{v}$) مماس است و به سمت بردار نیرو ($\vec{f}$) منحرف می‌شود : مماس بر $\vec{v}$ به سمت $\vec{f}$



Subject: Year. Month. Day.

★ نیروی مغناطیسی وارد بر ذره، همیشه بر جهت حرکت آن عمود است. $\vec{F}\perp\vec{V}$

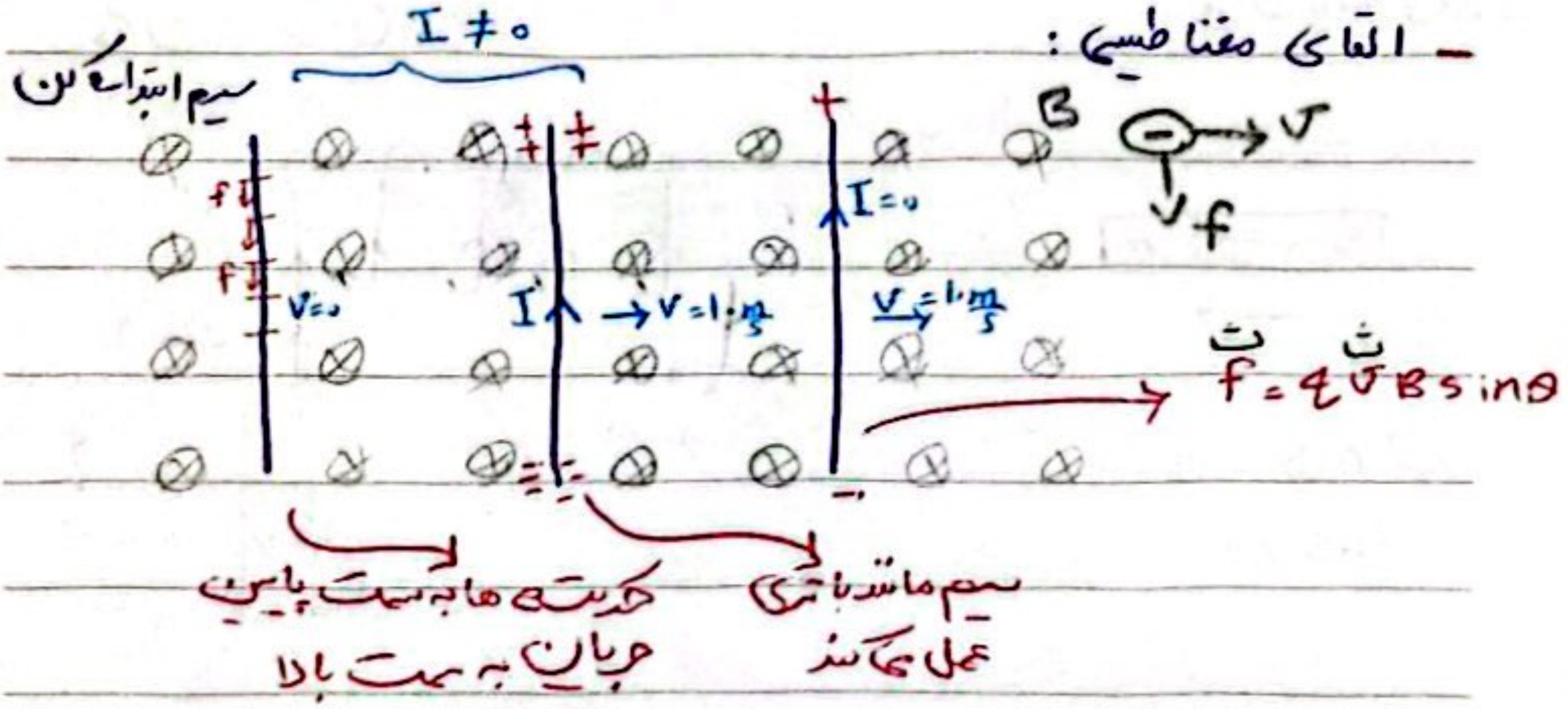
پس:

① طبق فرمول $W=Fd\cos\theta$ چون $\theta=90^\circ$ است، کاری که نیروی مغناطیسی وارد بر ذره در یک میدان انجام می دهد، همواره برابر با صفر است.

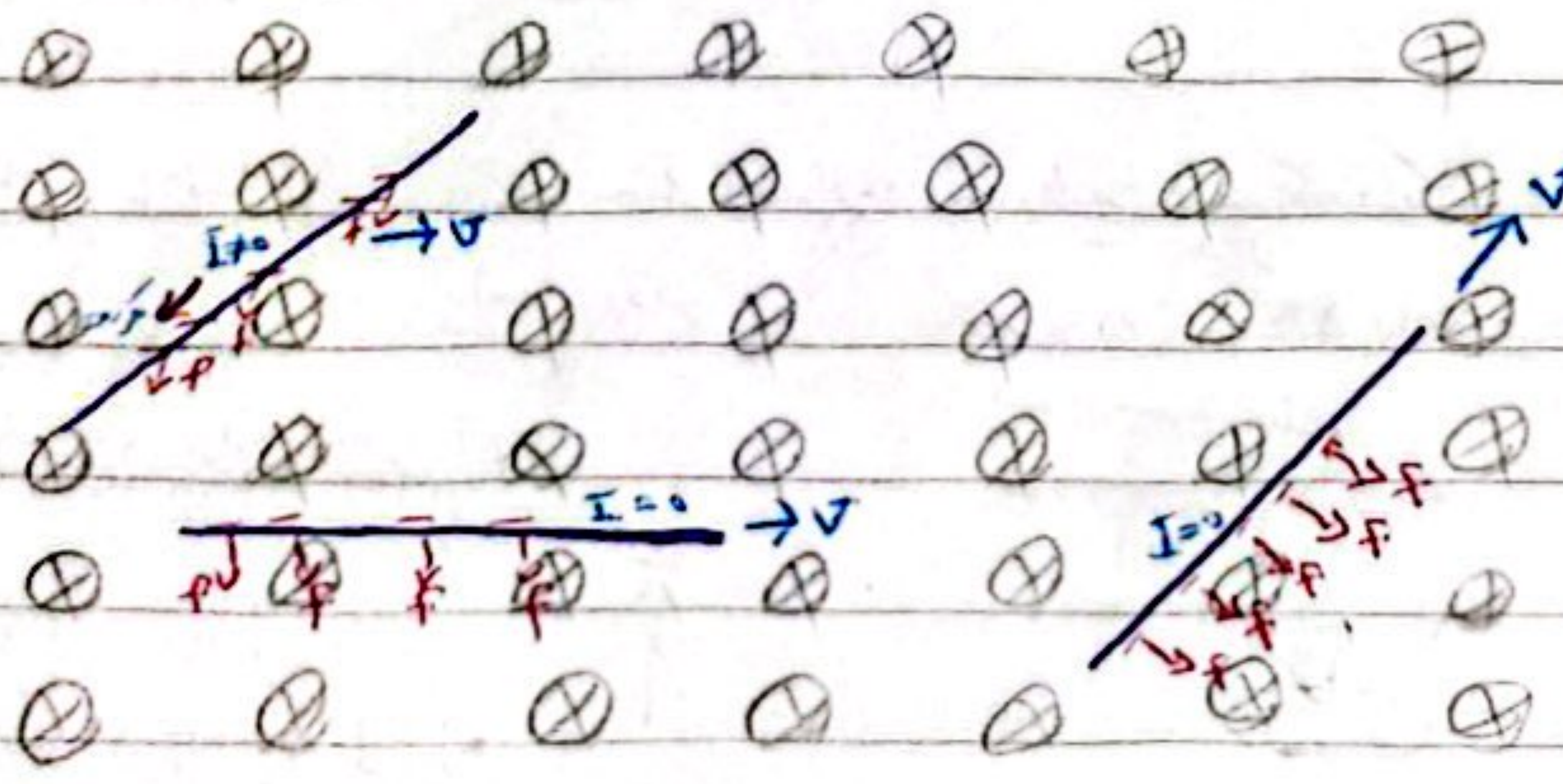
② $W_{کل}=\Delta K$ و صفر $=W_{کل}$ ، پس انرژی جنبشی و تندی تغییر نمی کند

$\Delta K=0 \to K=$ ثابت $\to v=$ ثابت

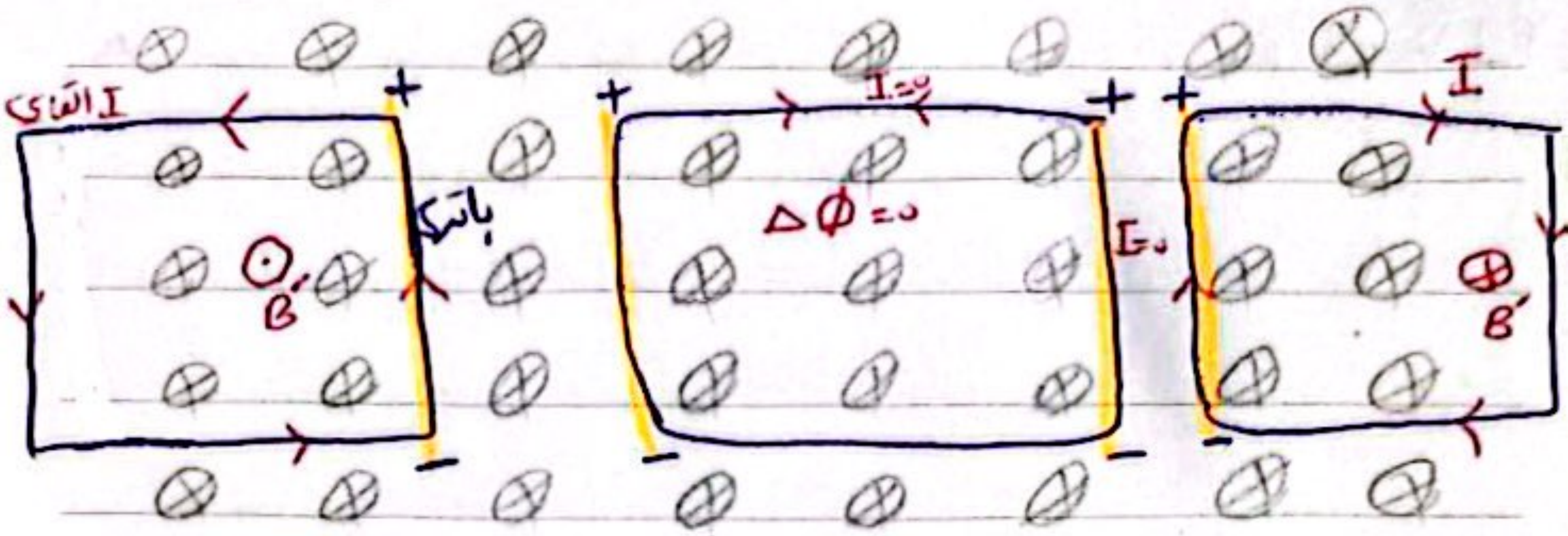
- القای مغناطیسی:


I ≠ 0
سیم ابتدا ساکن
f
f
V=0
I
V=10 m/s
I=0
V=10 m/s
B
v
f
حرکت بارها به سمت پایین
جریان به سمت بالا
سیم مانند باتری عمل می کند

$$\overset{ث}{\vec{F}}=q\overset{ث}{\vec{v}}B\sin\theta$$


I≠0
v
f
I=0
v
v
I=0
f

B یکنواخت


القای I
+
−
باتری
⊙ B'
I=0
ΔΦ=0
I=0
+
−
I
⊗ B'

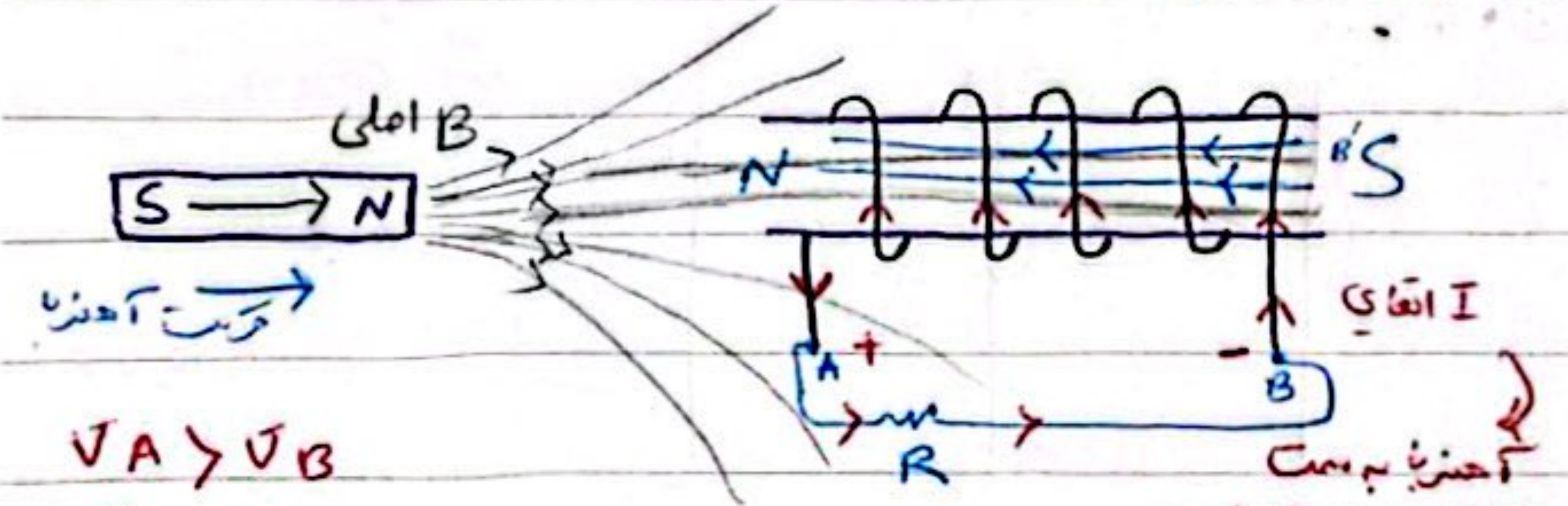
حرکت

در جهت زیاد شدن B میدان
پس مخالفت می کند
و آن را کاهش می دهد

حرکت

حرکت

در جهت کم شدن میدان (B)
پس مخالفت می کند
و آن را افزایش می دهد


B اصلی
S
N
N
S
B'
حرکت آهنربا
القای I
A
+
−
B
R

$V_A > V_B$

$V_{AB} > 0$

آهنربا به سمت
راست می رود و $\vec{B}$ راست
پس در جهت مخالف آن
میدان می کشیم
← سیم لوله مانند آهنربا عمل می کند

— شار مغناطیسی: تعداد خطوط میدان مغناطیسی است که در یک سطح بسته عبور می کند

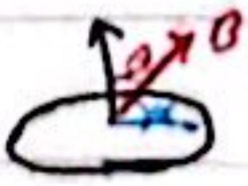
$\Phi = A \cdot \overset{\text{میدان}}{B} \cdot \cos\theta$

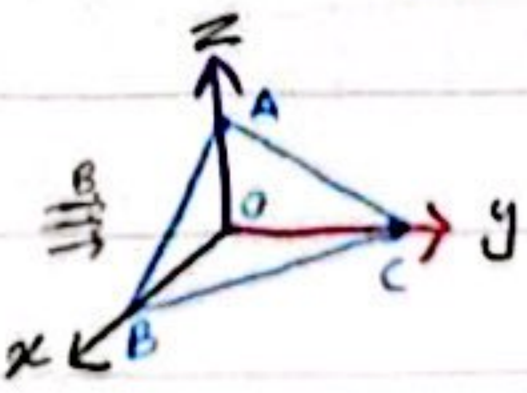
← مساحت

← زاویه بین خط عمود بر سطح با میدان مغناطیسی

$\frac{\text{ژول}}{\text{آمپر}}$ = وبر (Wb)

B محدود شود ← Φ





$\Phi_{ABC} = \Phi_{AOB}$

$\Phi_{AOC} = 0$

Subject: Year. Month. Day.

- تغییرات شار :

① $\Delta A \rightarrow \Delta\Phi = \Delta A \cdot B \cdot \cos\theta$

② $\Delta B \rightarrow \Delta\Phi = A \cdot \Delta B \cdot \cos\theta$

③ $\Delta\theta \rightarrow \Delta\Phi = A \cdot B \cdot (\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$ ✓

$\hookrightarrow \Delta\Phi = A \cdot B \cdot \cos\Delta\theta$ غ غ

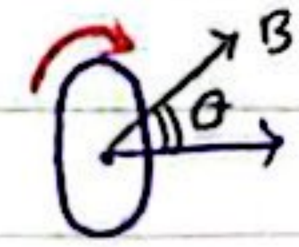
④ $A, B, \theta \xrightarrow{\text{تغییر}} \Phi_1 = A_1 B_1 \cos\theta_1$

$\hookrightarrow \Delta\Phi = \Delta A \cdot \Delta B \cdot \Delta\cos\theta$ غ غ

$\Phi_2 = A_2 B_2 \cos\theta_2$

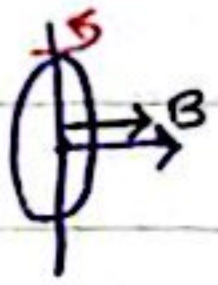
$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ ✓

* مهم



★ حلقه حول محور ۶۰° می چرخد:

$\theta_1 = \theta_2 \Rightarrow \Phi_1 = \Phi_2 \Rightarrow \Delta\Phi = 0$



★ حلقه حول قطر حلقه ۶۰° بچرخد:

$\theta_1 = 0$ و $\theta_2 = 60$

- اگر شار مغناطیسی که از درون یک مدار بسته می گذرد، تغییر کند در آن یک نیروی محرکهٔ القایی بوجود می آید، این ولتاژ القایی به آهنگ تغییر شار بستگی دارد.

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ = آهنگ تغییر شار

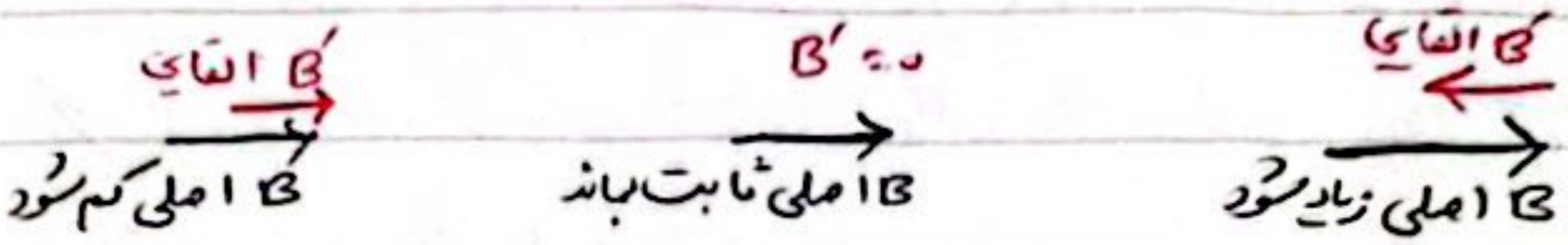
③ $\varepsilon = -\overset{1}{N}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\overset{v}{\frac{\Delta x \cdot L \cdot B}{\Delta t}} \Rightarrow \varepsilon = B.L.v.\overset{1}{\cos}\theta$

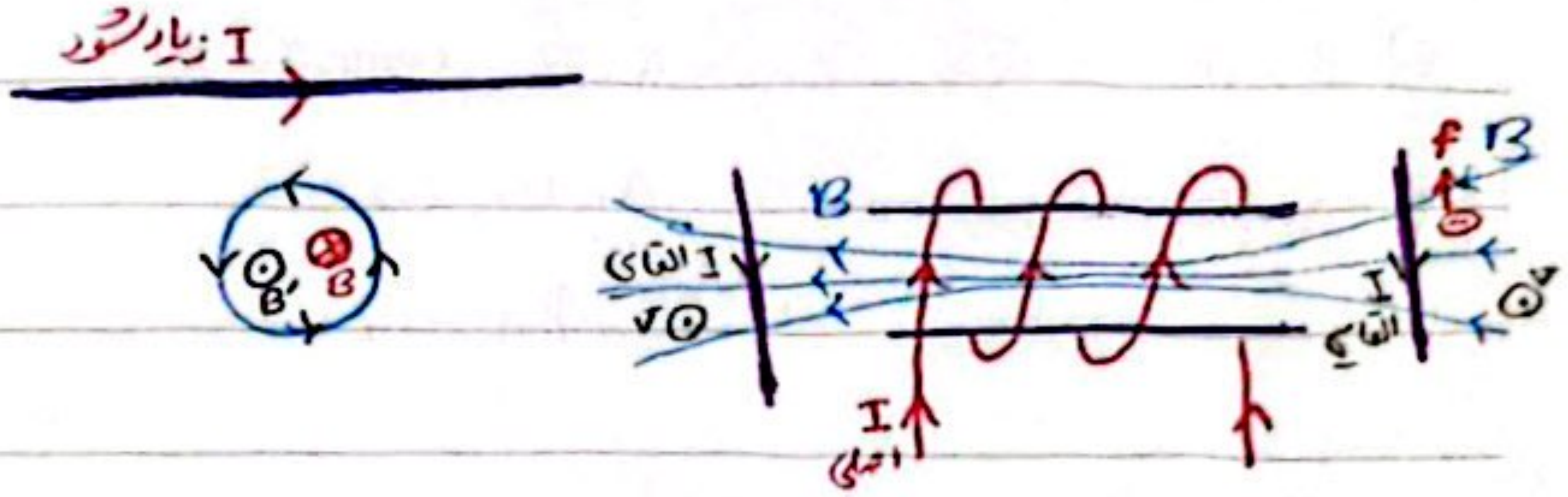
① $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ و $\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$ $\quad \bar{\varepsilon} = R.I$

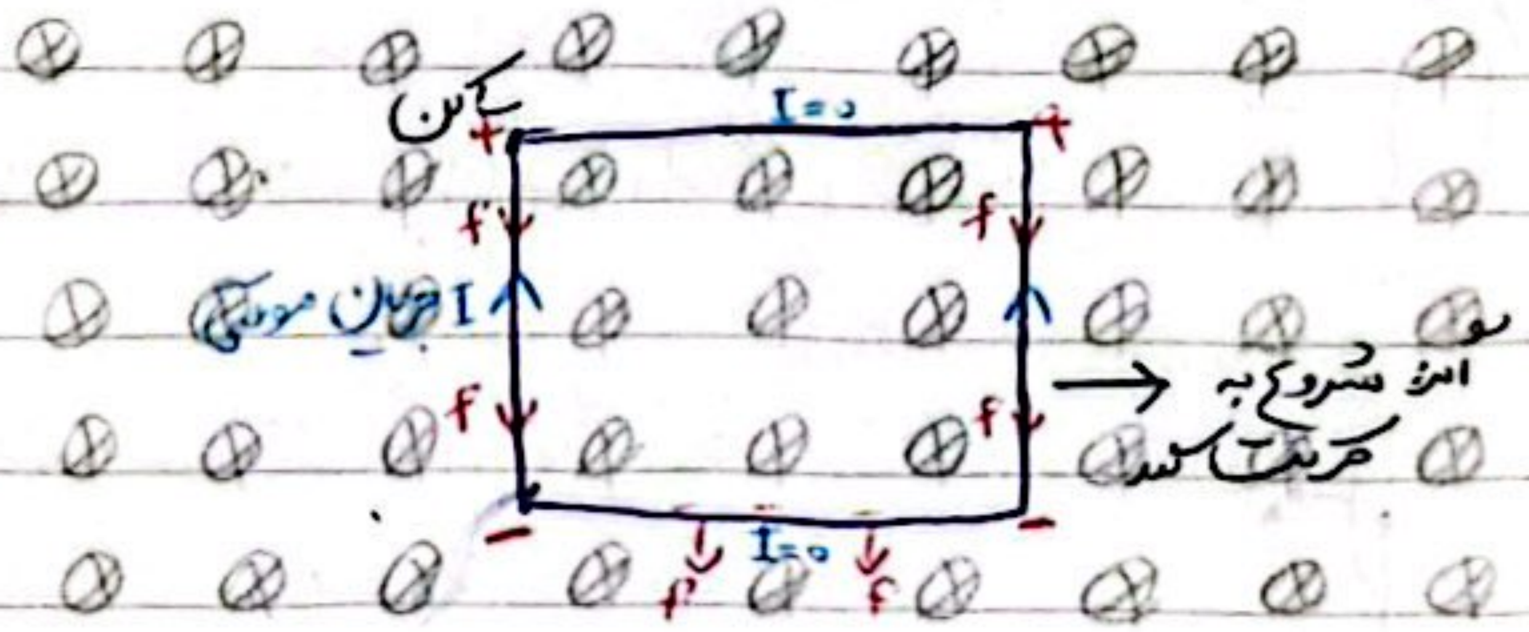
$N = \frac{L}{2\pi r}$ $\rightarrow R \times I = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow$ ② $\Delta q = \frac{N\Delta\Phi}{R}$ - بار به t بستگی ندارد!

- قانون لنز: جهت جریان القایی در یک مدار بسته در جهتی است که با عامل بوجود آورنده خود (یعنی تغییر شار مغناطیسی) مخالفت می کند.

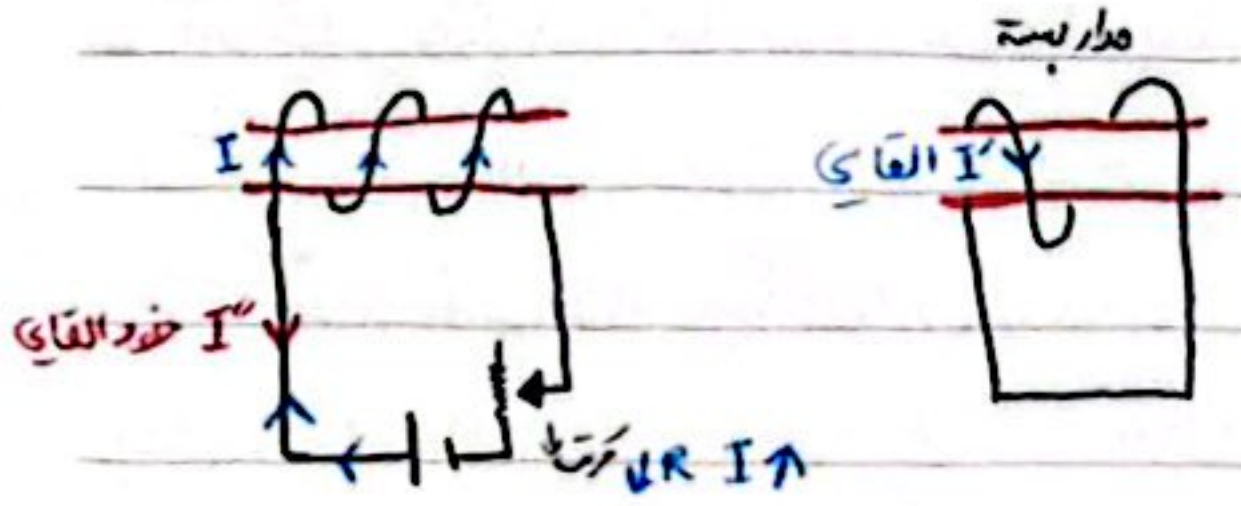
- میدان القایی B′ با تغییر B مخالفت می‌کند :

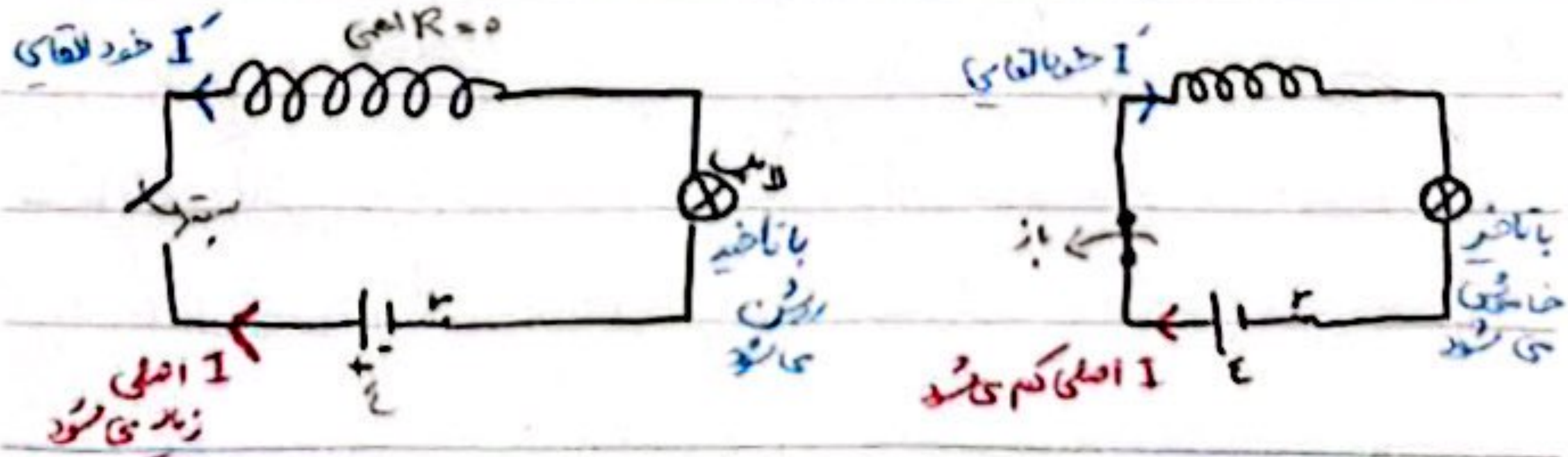

B′ القایی
B اصلی کم شود
B′ = 0
B اصلی ثابت باشد
B′ القایی
B اصلی زیاد شود


I زیاد شود
B′
B
B
I القایی
v
I اصلی
I القایی
f
B


ساکن
I = 0
f
I جریان موقتی
اگر شروع به حرکت کند
I = 0

- خود القایی :


I
I″ خود القایی
R↓ I↑
مدار بسته
I′ القایی


I′ خود القایی
R = 0 اهمی
لامپ
بسته
با تاخیر روشن می‌شود
I اصلی زیاد می‌شود
I′ خود القایی
باز
با تاخیر خاموش می‌شود
I اصلی کم می‌شود

U انرژی سیملوله $= \frac{1}{2} L I^2$

= تعداد دور، طول، سطح مقطع القاگر و جنس هسته داخل آن بستگی دارد)

- جریانِ متناوب : $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $T = \frac{t}{n}$, $T = \frac{1}{f}$

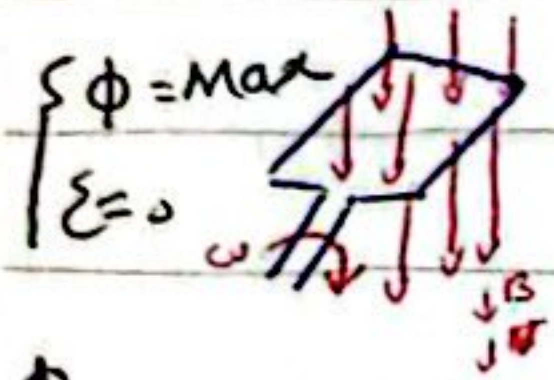
معادلهٔ شار مغناطیسی - زمان $\Phi = \Phi_{max} \cos(\omega t)$

معادلهٔ نیروی محرکه القایی - زمان $\varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$

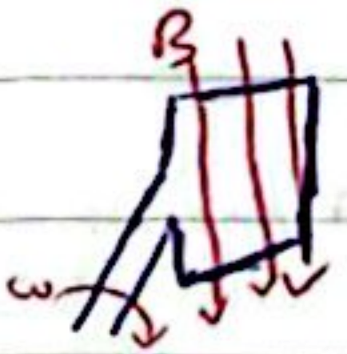
معادلهٔ جریانِ الکتریکی القایی - زمان $I = I_{max} \sin(\omega t)$

$$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R}$$

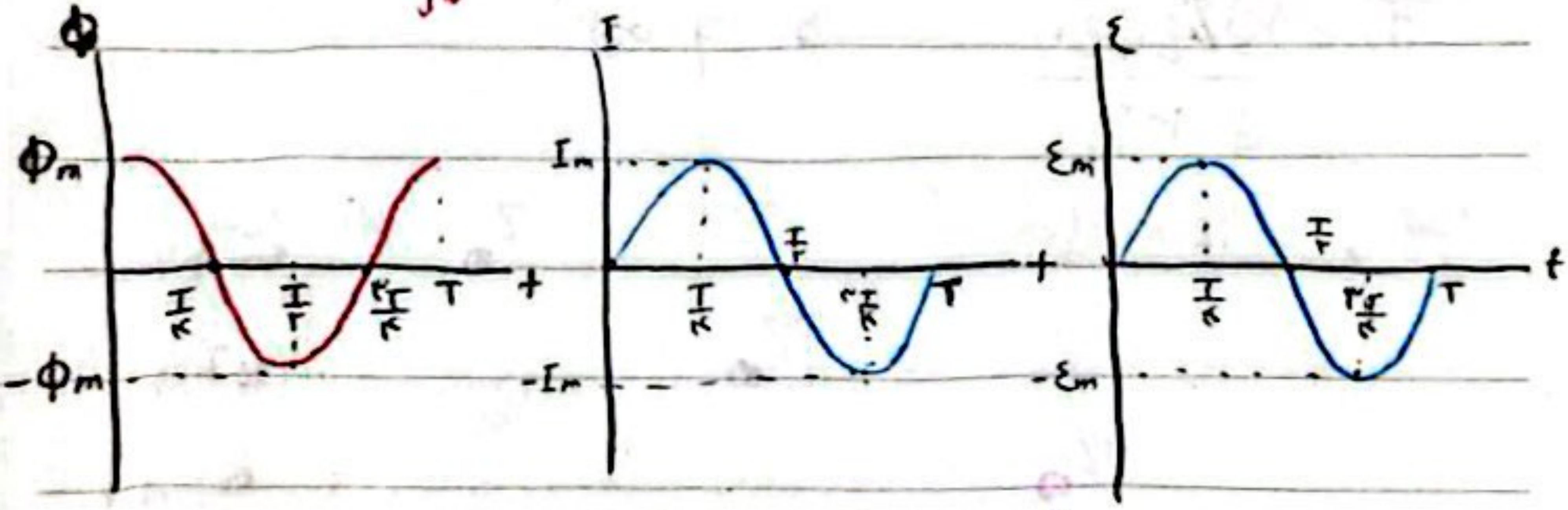
$$\boxed{\varepsilon_{max} = \omega N A B}$$



$\begin{cases} \Phi = Max \\ \varepsilon = 0 \end{cases}$

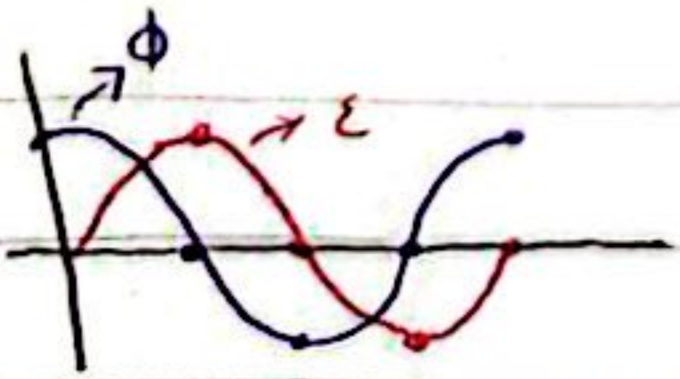


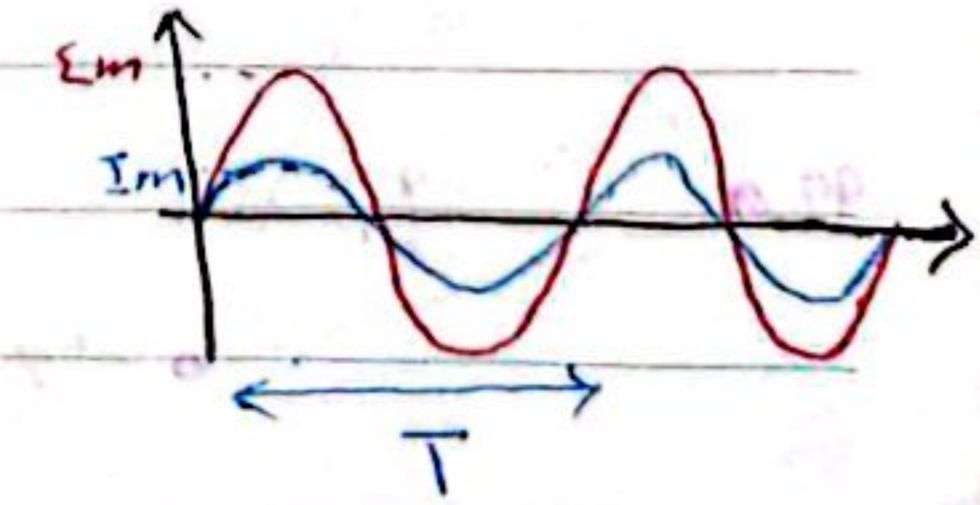
$\begin{cases} \Phi = 0 \\ I = max \\ \varepsilon = max \end{cases}$



★ جریانِ و نیروی محرکهٔ القایی کاملاً شبیه به هم هستند باهم زیاد می‌شوند و باهم کم می‌شوند ...

★ وقتی شار عبوری از پیچه صفر است ، اندازهٔ جریانِ و نیروی محرکهٔ القایی بیشینه است و وقتی اندازه شار بیشینه است ، جریان و نیروی القایی برابر صفر است .





- الکتریسیته ساکن -

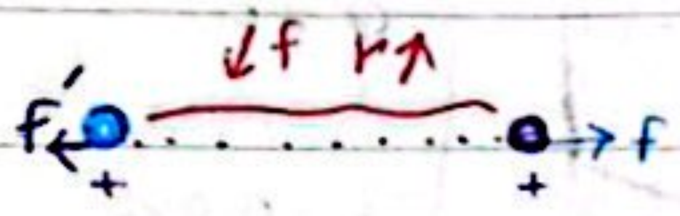
$q = \pm ne$

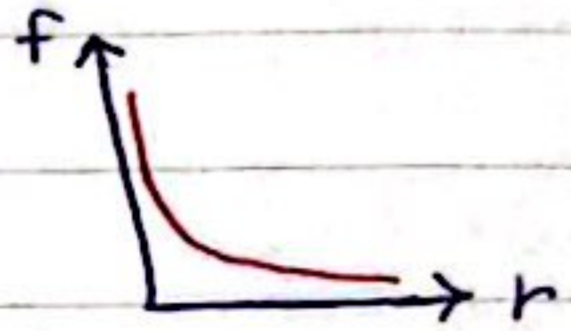
پایستگی بار $\rightarrow \underbrace{q_1 + q_2}_{\text{قبل از تماس}} = \underbrace{q'_1 + q'_2}_{\text{بعد از تماس}}$

* تماس دو کرهٔ مشابه با شعاع های یکسان : $q'_1 = q'_2 = \dfrac{q_1 + q_2}{2}$

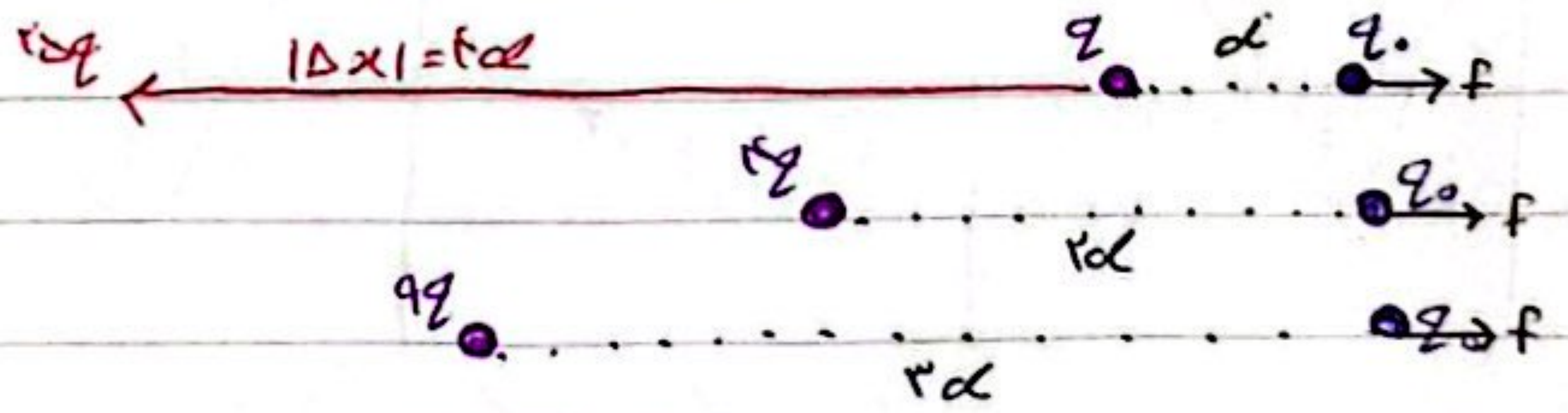
- قانون کولن : $K = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \approx 9 \times 10^9 \dfrac{N.m^2}{C^2}$

$$N \leftarrow f = \frac{\overset{9\cdot}{\hat{K}}\,|\overset{\mu C}{q_1}|\,|\overset{\mu C}{q_2}|}{cm \leftarrow r^2}$$

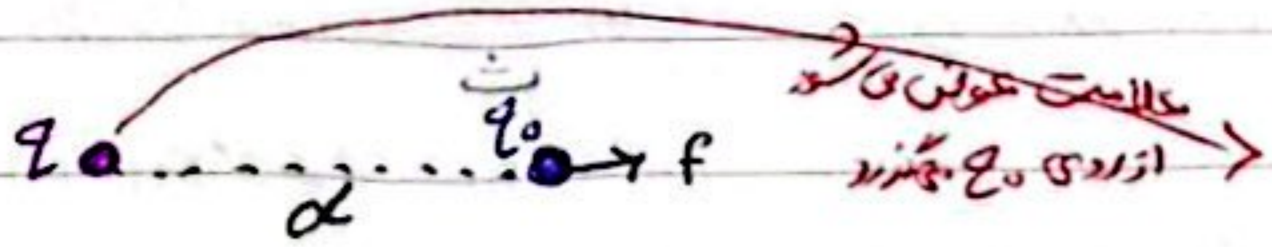




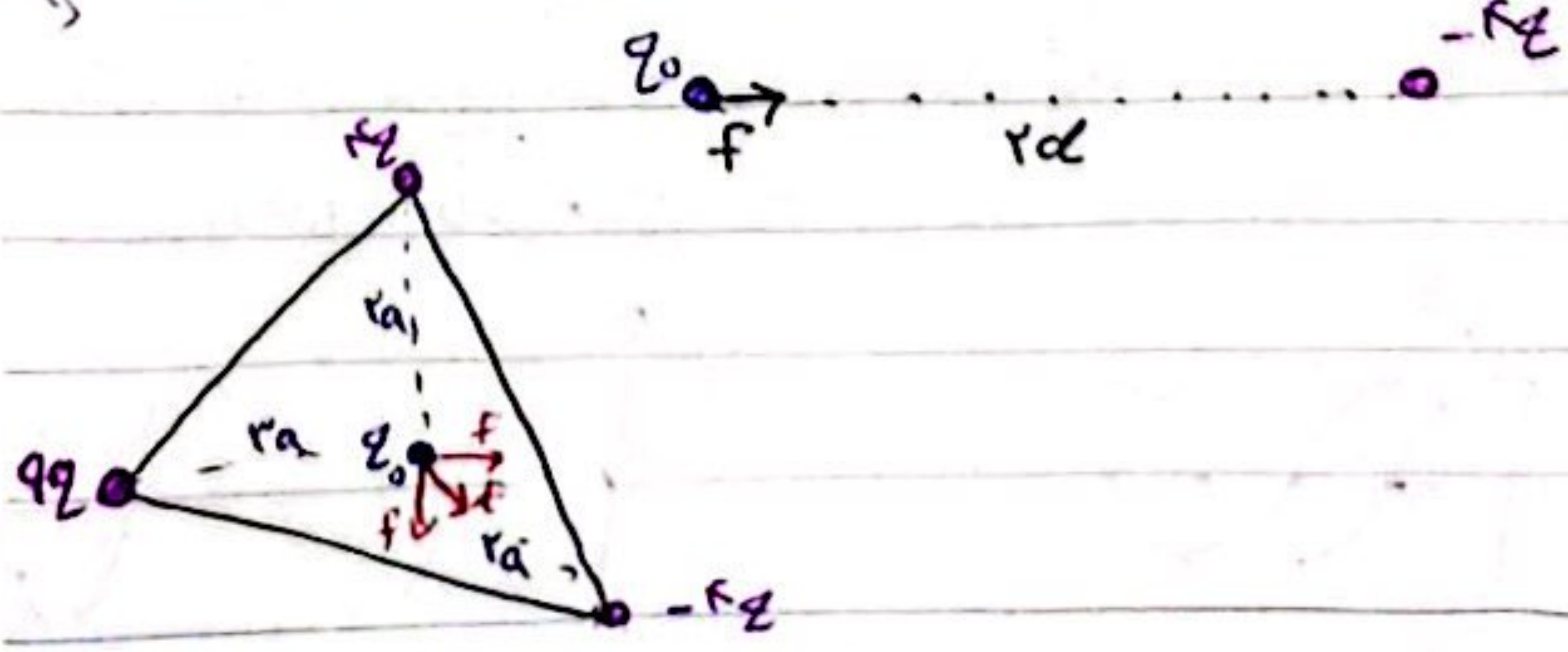
$$\overset{\text{ث}}{\boxed{f}} = \frac{\overset{\text{ث}}{\boxed{K}} \uparrow q_1 \overset{\text{ث}}{\boxed{q_2}}}{r^2 \uparrow} \rightsquigarrow q \propto r^2$$



۲۵q
۱۵×۱=۴α
q
α
q₀
f
۴q
q₀
f
۲α
۹q
q
f
۳α

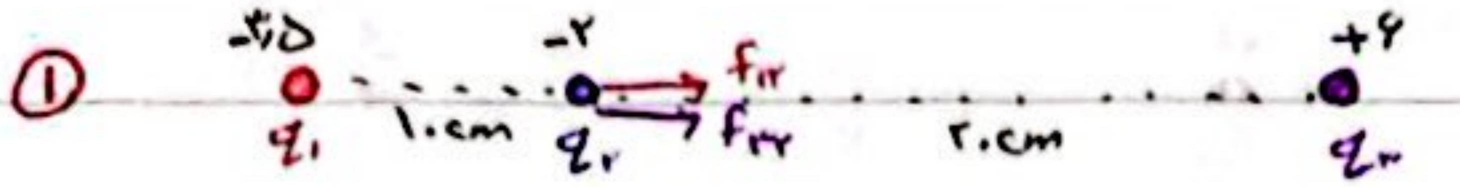


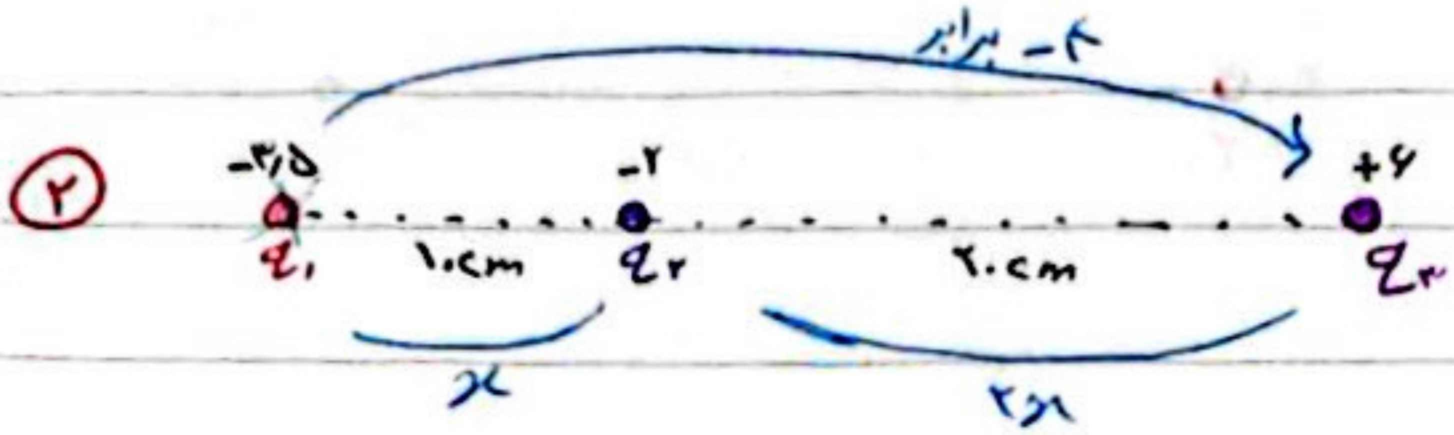
q
q₀
ث
f
α
علامت عوض می‌شود
از روی q₀ بگذرد

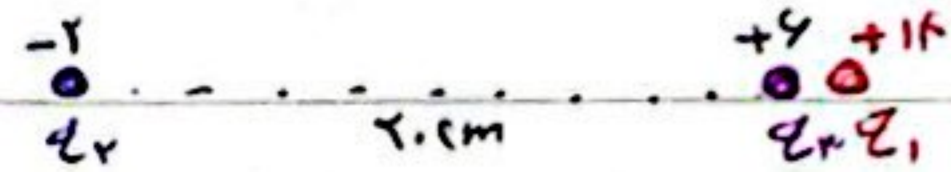


q₀
f
۲α
-۴q
۴q
۹q
-۴q
۲a
۳a
۲a
q₀
f
f
f

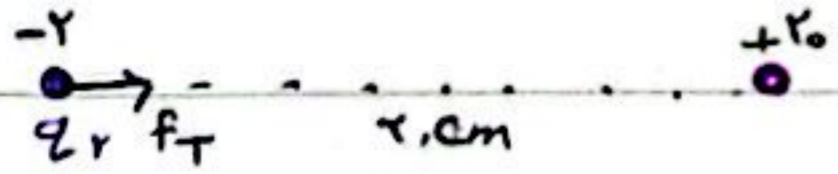
مثال) برآیند نیروهای وارد بر بار q_2؟


①
-۳/۵
q_1
۱۰cm
-۲
q_2
f_{12}
f_{32}
۲۰cm
+۶
q_3


۴ برابر
②
-۳/۵
q_1
۱۰cm
-۲
q_2
۲۰cm
+۶
q_3
x
۲x


-۲
q_2
۲۰cm
+۶
q_3
+۱۴
q_1

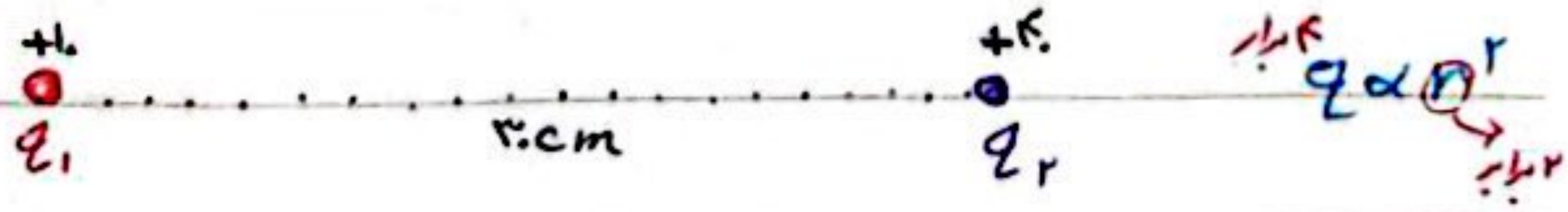
$f_T=\frac{90\times2\times20}{20\times20}=9N$

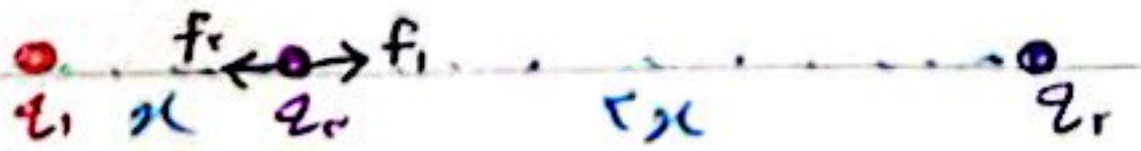

-۲
q_2
f_T
۲۰cm
+۲۰

★ نیروی وارد بر q_3 صفر شود؟ ۱) q_1 و q_2 هم‌نام ⟸ q_3 بین بارها و نزدیک بار کوچک‌تر

۲) q_1 و q_2 غیرهم‌نام ⟸ q_3 خارج از دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر

مثال) با توجه به شکل بار q_3 در چه فاصله‌ای از بار q_1 قرار دهیم تا در تعادل باشد؟

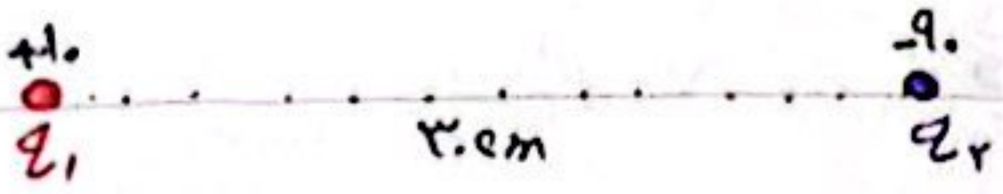

+۱۰
q_1
۳۰cm
+۴۰
q_2
۴ برابر
$q \propto r^2$
۲ برابر

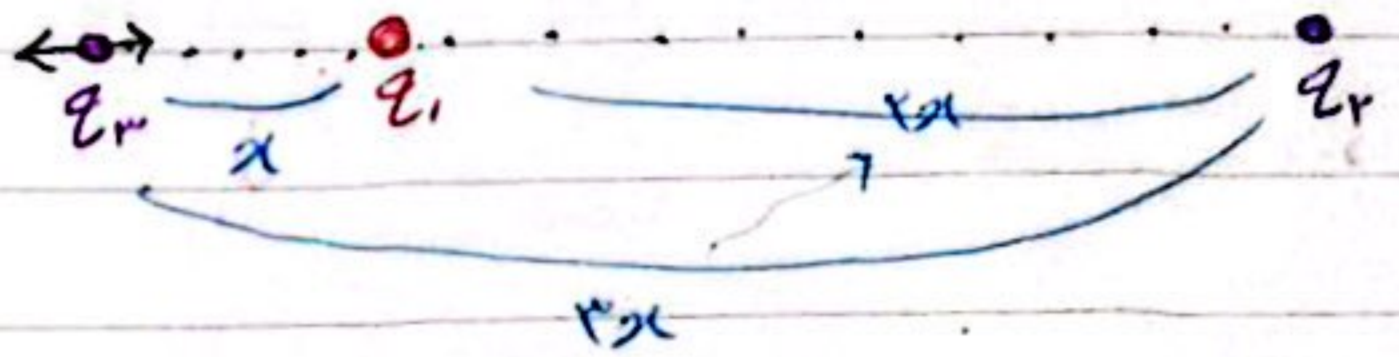

q_1
x
f_2
q_3
f_1
۲x
q_2

$3x=30$

$x=10cm$

مثال) با توجه به شکل بار q_3 در چه فاصله‌ای از بار q_1 باشد تا در تعادل قرار گیرد؟


+۱۰
-۹۰
q_1
۳۰cm
q_2

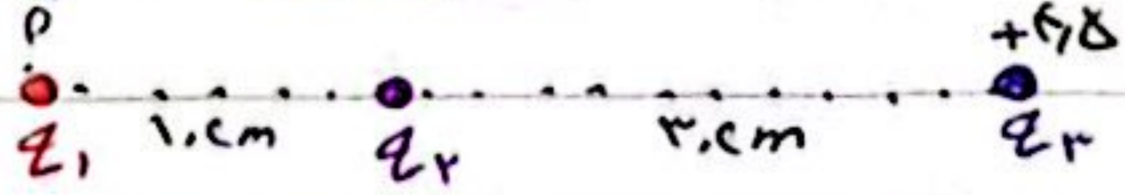

q_3
x
q_1
$2x$
q_2
$3x$

$2x = 30 \quad x = 15\ cm$

مثال) بار q_1 چند میکروکولن باشد تا بار q_2 در تعادل قرار گیرد؟

$\boxed{\frac{1}{9} \times 4.5 = 0.5\,\mu C}$

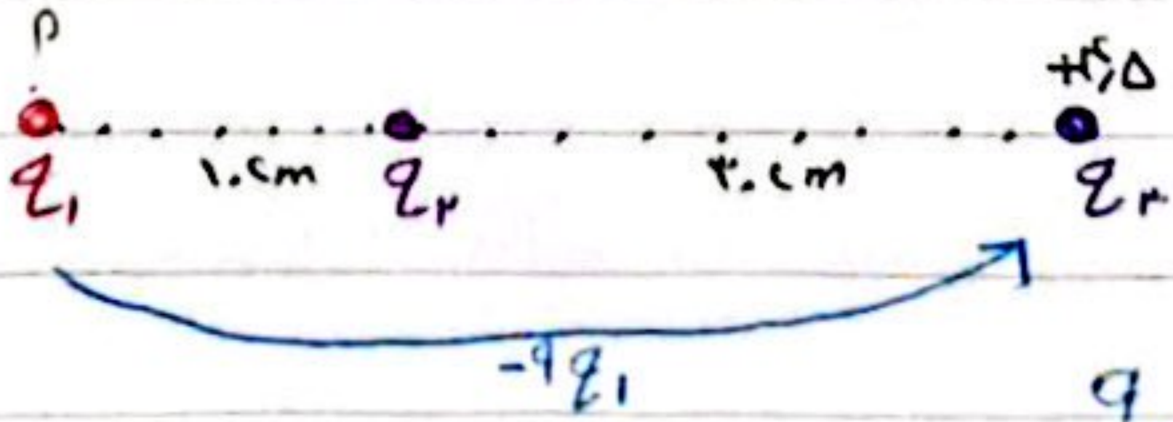
①


?
q_1
۱۰cm
q_2
۳۰cm
+۴/۵
q_3

۹ برابر $q \propto r^2$

$(3)^2 = 9$

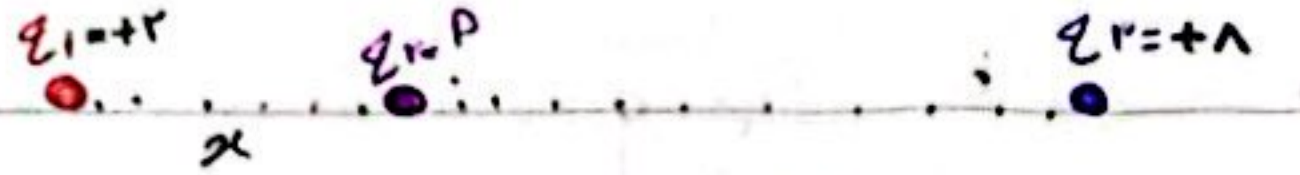
②

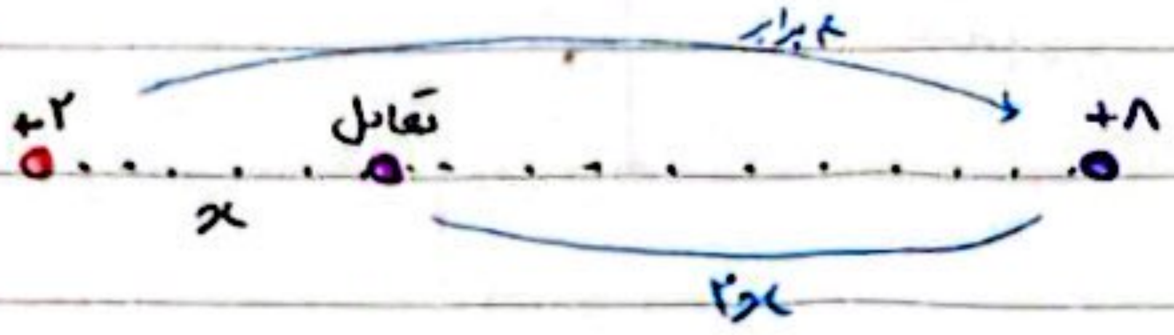

?
q_1
۱۰cm
q_2
۳۰cm
+۴/۵
q_3
$-9q_1$

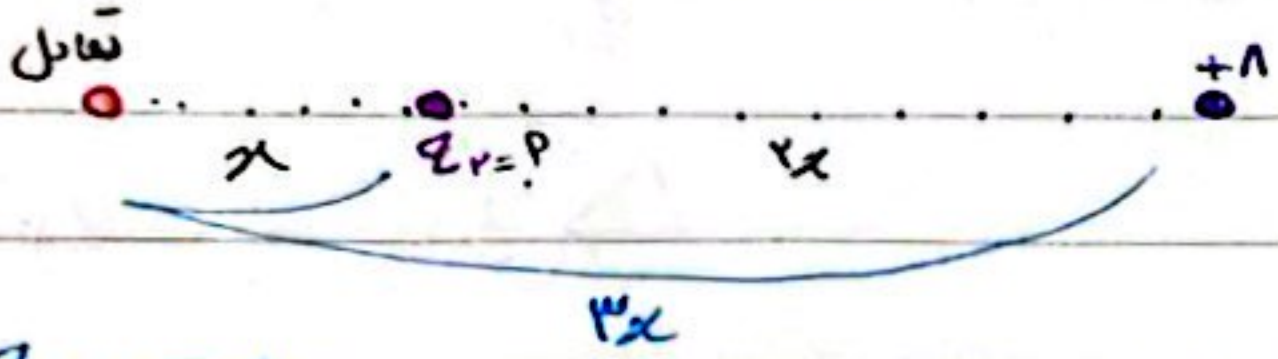
$q_t = 4.5 - 9q_1 = 0$

$\boxed{q_1 = 0.5}$

مثال) بار q۲ چند میکروکولن باشد تا هر سه بار در تعادل قرار بگیرند؟

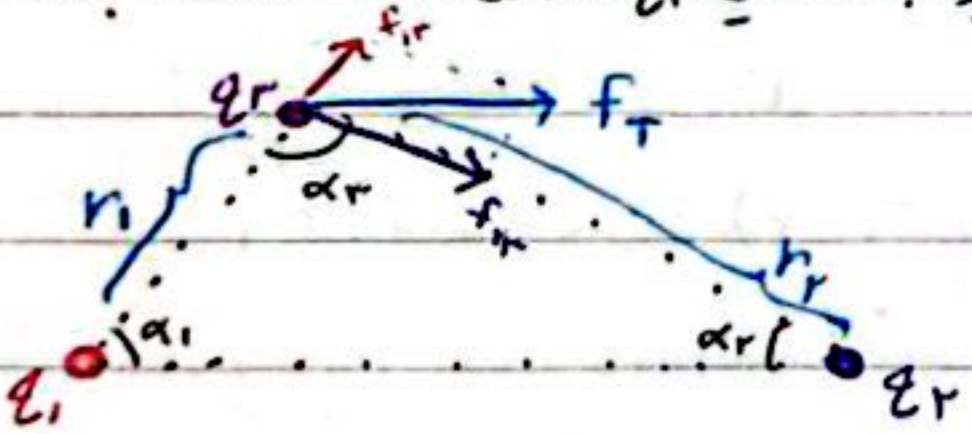



۴ برابر
+۲
تعادل
+۸
x
۲x


تعادل
+۸
x
q۲=؟
۲x
۳x

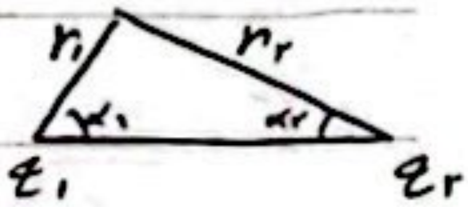
$$q_۲ = -\frac{۸}{۹}$$

الف) اگر نیروی وارد بر بار الکتریکی q۳ موازی قاعدهٔ مثلث باشد.

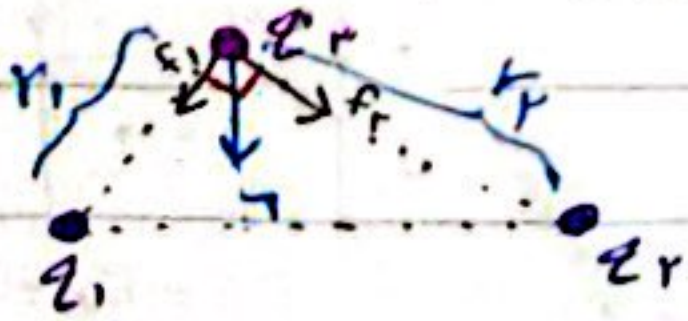

F۱۳
q۳
F_T
α۳
F۲۳
r۱
r۲
α۱
α۲
q۱
q۲

q۱ و q۲ ← ناهم‌نام

$$\frac{q_۲}{q_۱} = -\left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۳ \qquad \boxed{\frac{r_۱}{\sin\alpha_۲} = \frac{r_۲}{\sin\alpha_۱}}\ *$$


r۱
r۲
α۱
α۲
q۱
q۲

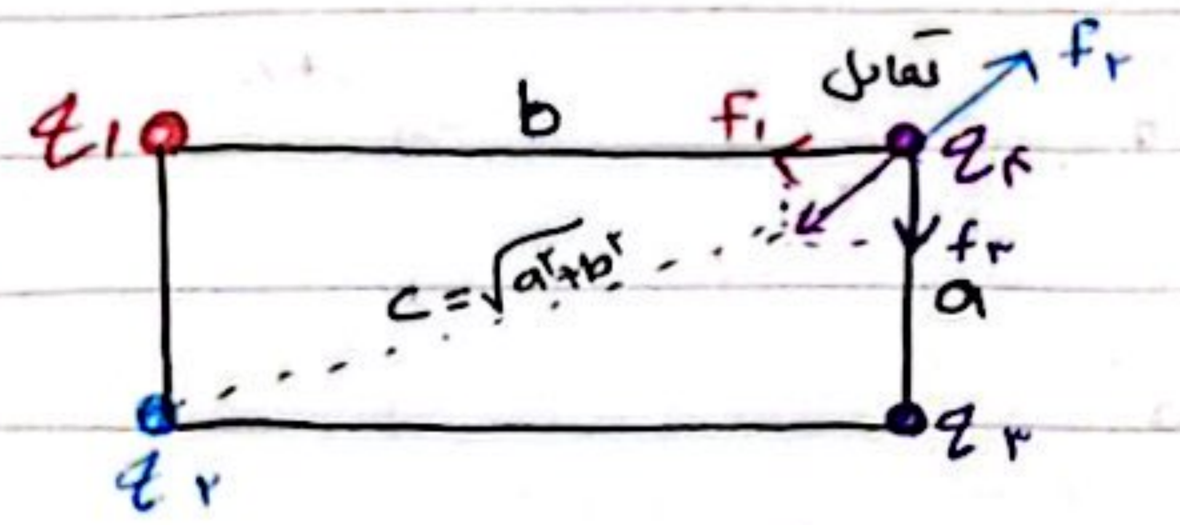
ب) اگر نیروی وارد بر بار الکتریکی q۳ عمود بر قاعده مثلث باشد:


r۱
q۳
F۱
F۲
r۲
q۱
q۲

q۱ و q۲ ← هم‌نام

$$\frac{q_۲}{q_۱} = \frac{r_۲}{r_۱}$$

- شرط تعادل بار q_4 در مستطیلی که فقط در چهار راس آن بارهای نقطه ای قرار دارند:

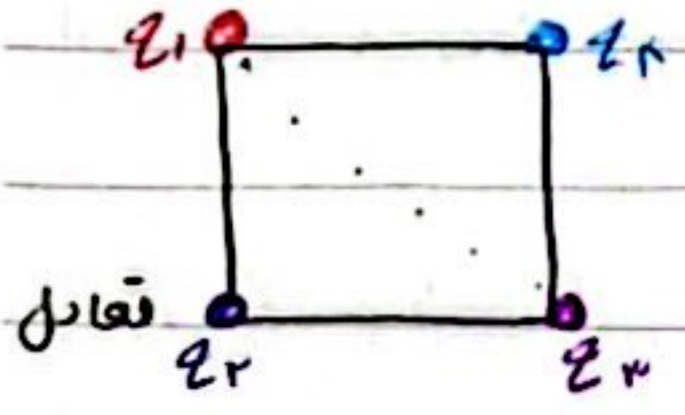


q_1
b
f_1
تعادل
f_2
q_4
f_3
a
$c=\sqrt{a^2+b^2}$
q_2
q_3

$1)\ \frac{q_1}{q_3} = +\left(\frac{b}{a}\right)^3 \qquad 2)\ \frac{q_1}{q_2} = -\left(\frac{b}{c}\right)^3$

$$\boxed{q_2 = -2\sqrt{2}\,q_3}$$

- شرط تعادل بار q_2 در مربعی که فقط در چهار راس آن بارهای نقطه‌ای قرار دارند؟

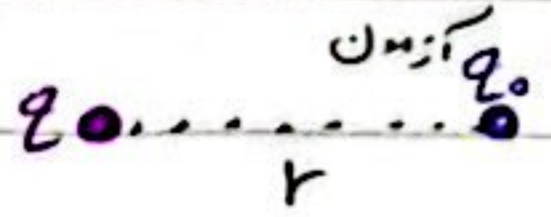


q_1
q_4
تعادل
q_2
q_3

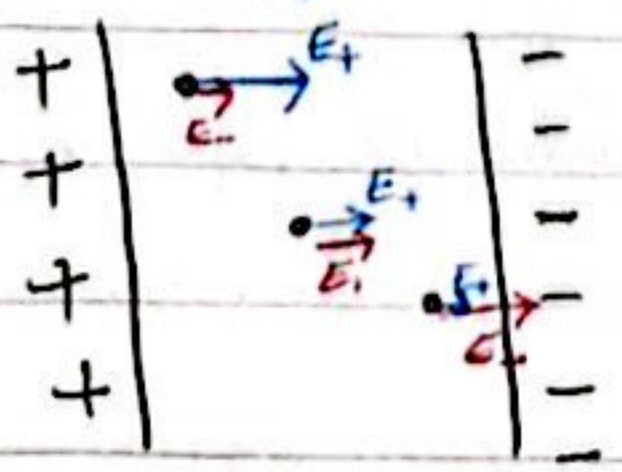
$1)\ q_1 = q_3$

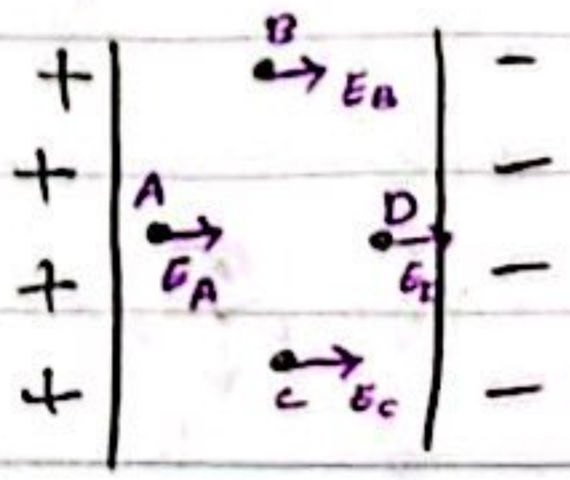
$2)\ q_4 = -2\sqrt{2}\,q_1$

- مقدار میدان الکتریکی:



$\vec{E} = \frac{kq}{r^2} \qquad E = \frac{F}{q_0}$





+
+
+
+
−
−
−
−
B
E_B
A
E_A
D
E_D
C
E_C

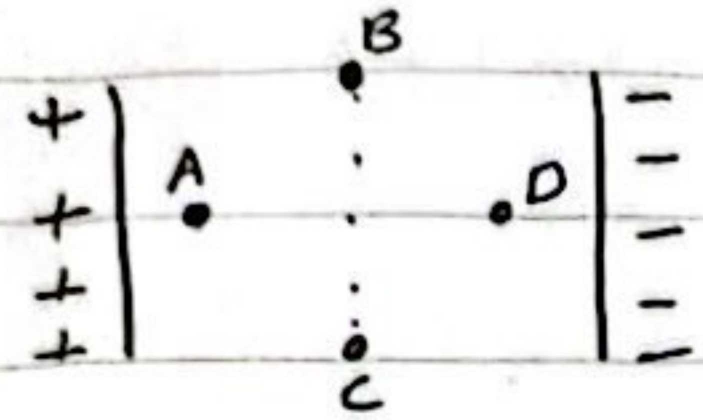
$E_- + E_+ = E_{\text{کل}} = \frac{V}{d} =$ عدد ثابت

$E_A = E_B = E_C = E_D = \frac{V}{}$

- انرژی پتانسیل الکتریکی : $U = q \cdot \boxed{V}$ پتانسیل الکتریکی

$$\Delta U = q \cdot \Delta V \longrightarrow \boxed{\Delta U = \pm E d q}$$

فقط برای میدان الکتریکی یکنواخت

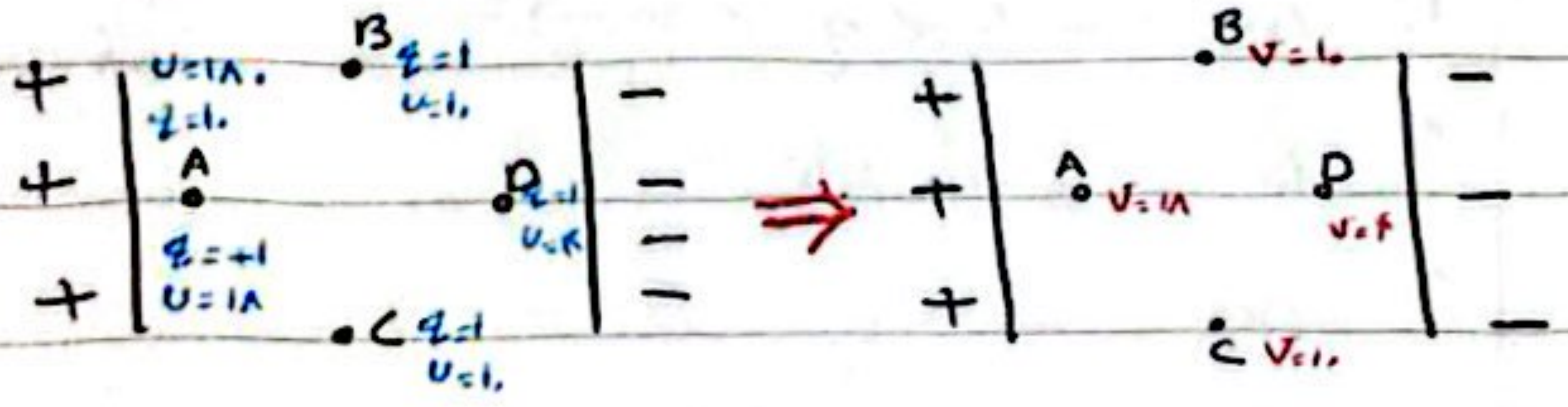


الف) $q>0$ $U_A > U_B = U_C > U_D$

ب) $q<0$ $U_A < U_B = U_C < U_D$

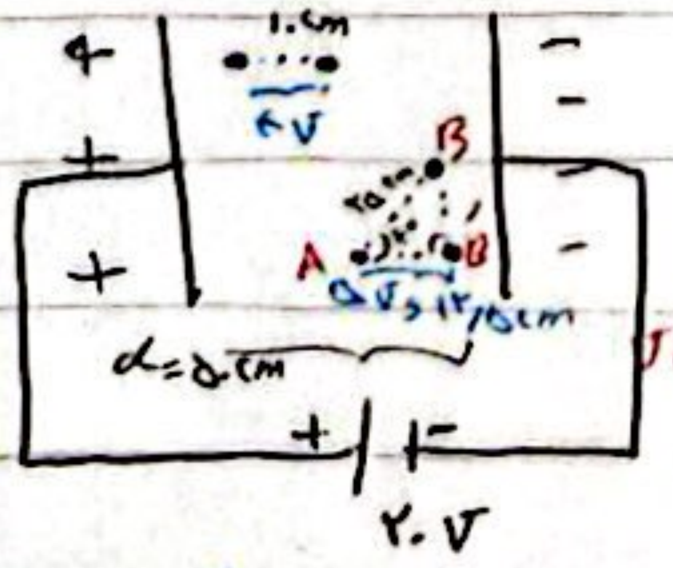
- پتانسیل الکتریکی : انرژی که بار الکتریکی مثبت یک کولن در هر نقطه از میدان الکتریکی دارد.

$$U = q \cdot V \xrightarrow{q=+1C} U = +1 \times V \longrightarrow U = V$$

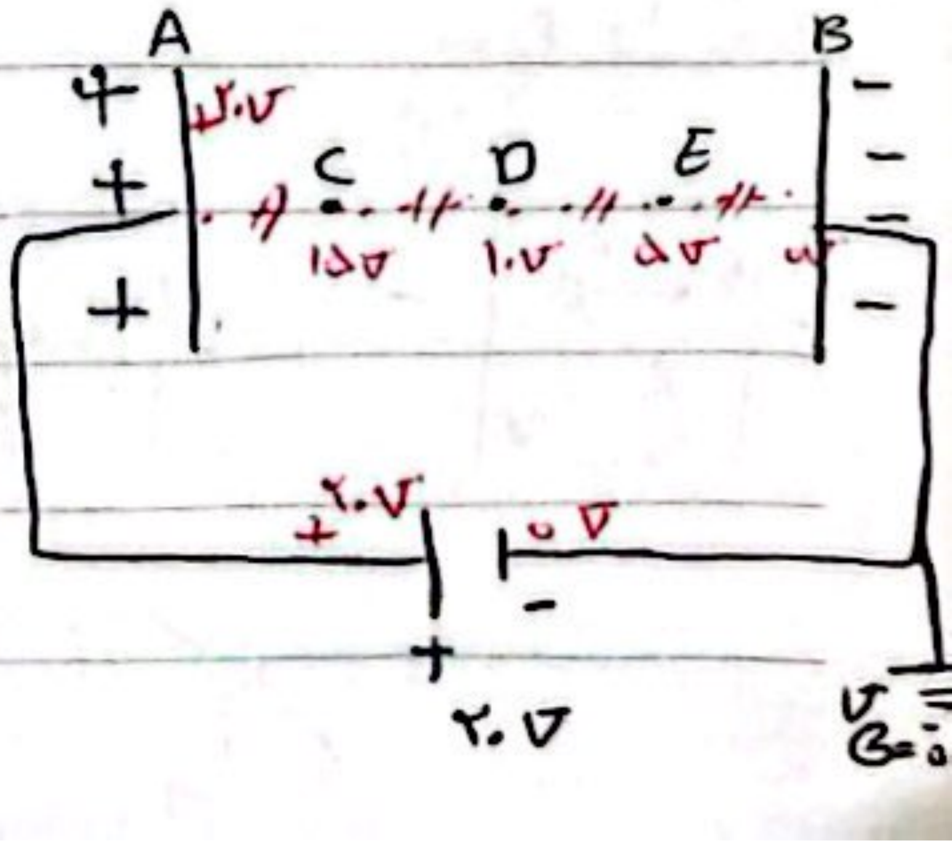

U=۱۸۰
q=۱۰
A
q=+۱
U=۱۸
B q=۱
U=۱۰
D q=۱
U=۴
C q=۱
U=۱۰
⇒
B V=۱۰
A V=۱۸
D V=۴
C V=۱۰

$V_A > V_B = V_C > V_D$

★ هر چه به صفحه مثبت نزدیک تر می‌شویم پتانسیل الکتریکی نقاط افزایش می‌یابد


۱۰cm
۶V
B
۲۵cm
A
B′
۵V ، ۱۲/۵cm
d=۵cm
+
۲۰V

$V_B = V_{B'}$


A
B
۲۰V
C
D
E
۱۵V
۱۰V
۵V
۰V
+۲۰V
۰V
+
-
۲۰V
$V_B = 0$

$$E_{\text{یکنواخت}} = \frac{V}{d} = \frac{۲۰}{۰/۵} = ۴۰ \frac{N}{C}$$

- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B $V_{AB} = V_A - V_B$

- تغییر پتانسیل الکتریکی وقتی بار الکتریکی از A به B برود $\Delta V_{A \to B} = V_B - V_A = V_{BA}$

$$|\Delta V_{A \to B}| = |V_{AB}| = V$$

$$\Delta U + \Delta K = W_{f_{\text{مقاوم}}} + W_{f_{\text{خارجی}}}$$

$$W_{f_{\text{پایستار}}} = -\Delta U \qquad W_{f_E} = -\Delta U$$

پایستار ← فنر ، mg ، الکتریکی

۱) $\Delta U = \pm E d q$ → به شرطی که میدان الکتریکی یکنواخت باشد.

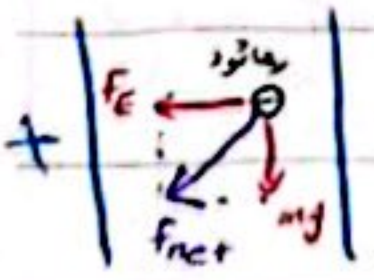
۲) $\Delta U = q \cdot \Delta V$

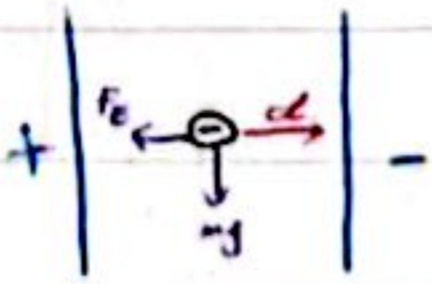
۳) $\Delta U = -W_{f_E}$

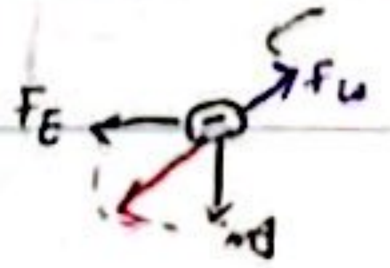
۴) $\Delta U + \Delta K = W_f + W_{f_{خ}}$

پرتاب شود، آزادانه حرکت کند → $\Delta U + \Delta K = \overset{\text{صفر نمیشود}}{W_{f_K}} + \overset{\text{صفر}}{W_{f_{خ}}}$

رها شود ↘ $f_{خ} = 0$







$f_{net} = 0$

$a = 0$

$V_1 = V_2$

-خازن-

۵ ۴

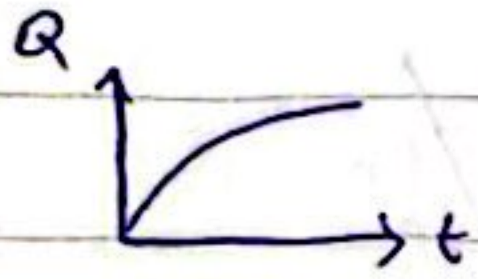
Subject: Year. Month. Day.

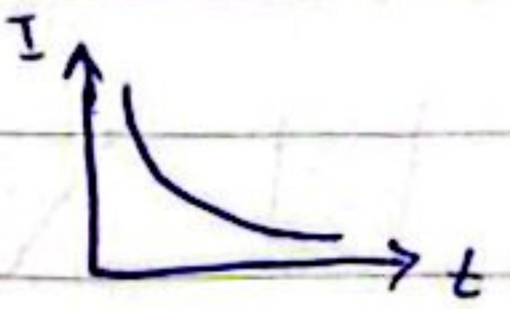
ظرفیت خازن $C = \frac{Q}{V}$ $C = K\varepsilon_0 \frac{A}{d}$

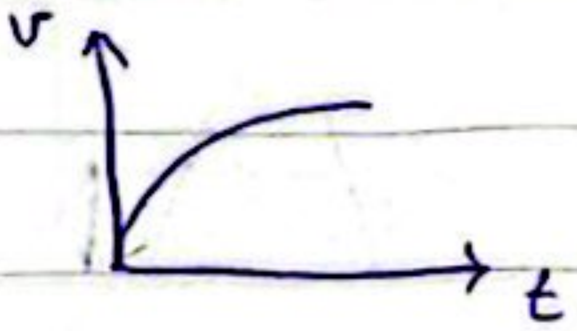
$C = \frac{Q}{V}$ و $V = \frac{Q}{C}$ و $Q = C.V$

$$\boxed{U = \frac{1}{2} q.V = \frac{1}{2} C.V^2 = \frac{1}{2} . \frac{q^2}{C}}$$

* $E = \frac{V}{d} = \frac{q}{C.d} = \boxed{\frac{q}{K\varepsilon_0 . A}}$







خازن به مولد متصل باشد: V ثابت

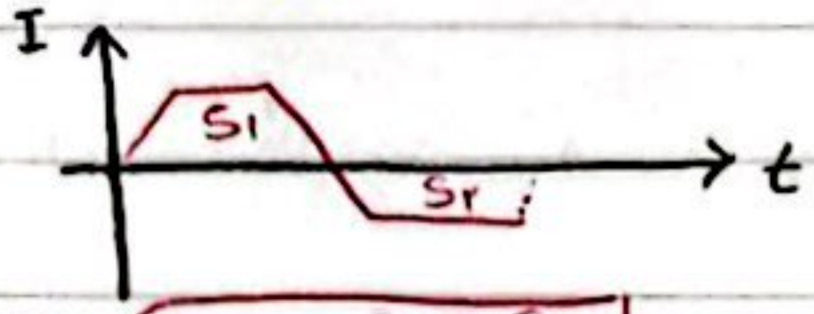
خازن از مولد جدا شود: Q ثابت

۲۳-۱۶۷
۲۳۶۰
۳۶۰

- جریان الکتریکی -

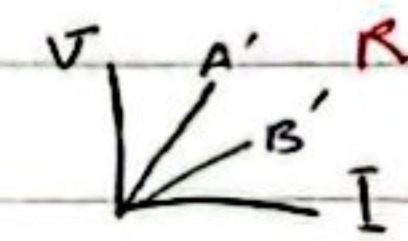
Subject: Year. Month. Day.

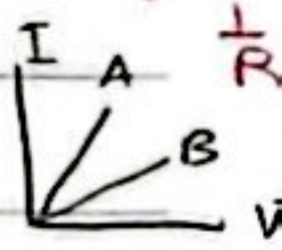
جریان $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $\Delta q = \bar{I} . \Delta t$ $q = ne$



$\boxed{\Delta q = S_1 + S_2}$

آمپرسنج A ← متوالی
ولت سنج V ← موازی





مقاومت ← Ω

$R = \frac{V}{I}$ → اختلاف پتانسیل ، I → جریان

$V = RI$

- رسانای اُهمی ← قانون اُهم ← با تغییر اختلاف پتانسیل نسبت $\frac{V}{I}$ یا همان R تغییر نمی‌کند.

عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی (دما ثابت)

Ω ← $R = \rho \frac{L}{A}$ ← m ، ← m^2

Ω.m ← ویژه

☆ اگر جرم و حجم ثابت باشد ← با تغییر طول (L)، سطح مقطع (A) هم تغییر می‌کند:

$V_1 = V_2 \rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2}$

$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = (\frac{L_2}{L_1})^2 = (\frac{A_1}{A_2})^2$

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

☆ مقاومت الکتریکی یک رسانا به V و I بستگی ندارد
اما V و I می‌توانند به R بستگی داشته باشند

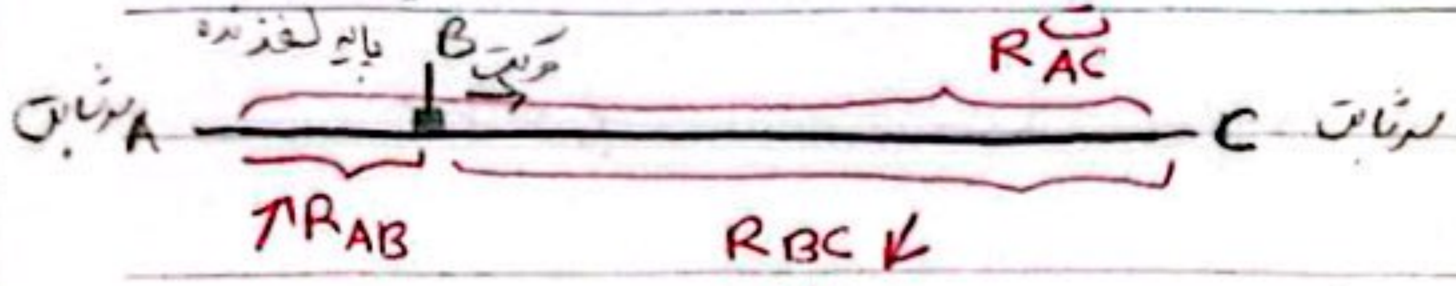
[illegible]

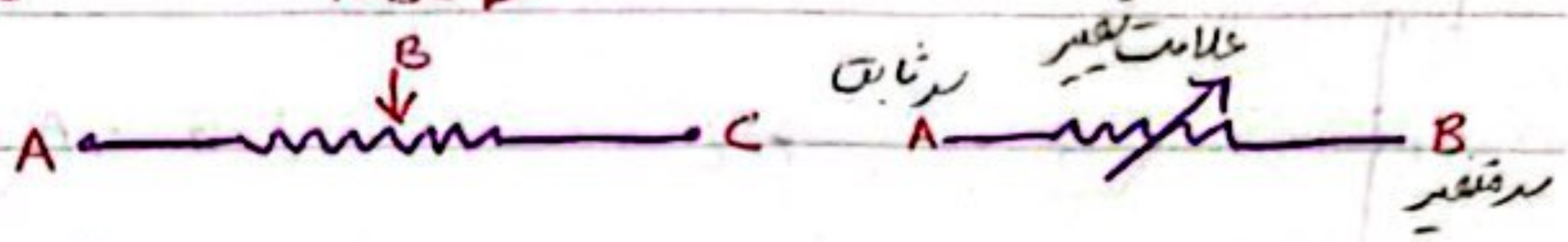
$R = \frac{\rho L^2 \rho}{M} = \frac{V . t}{n . e} = \frac{\rho}{\varrho} \times \frac{M}{A^2}$ $A = \pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4}$

$R \propto L^2 \propto \frac{1}{A^2} \propto \frac{1}{D^4} \propto \frac{1}{r^4}$ $R \propto \frac{\rho}{\varrho} \times \frac{M}{D^4}$

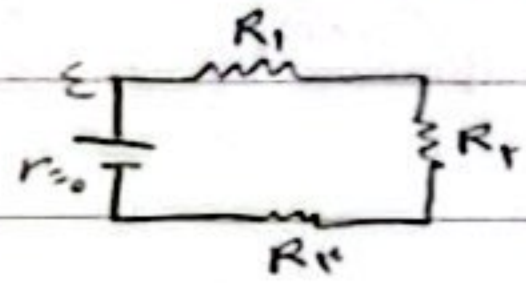
Subject سرمتغیر Year. Month. Day.

رئوستا .


سرثابت A
پایه لغزنده
B
حرکت
R_{AC} ثابت
C سرثابت
↑R_{AB}
R_{BC}↓


B
A
C
سرثابت
علامت تغییر
A
B
سرمتغیر

- اتصال مقاومت ها به یکدیگر : الف) اتصال سری (متوالی) :

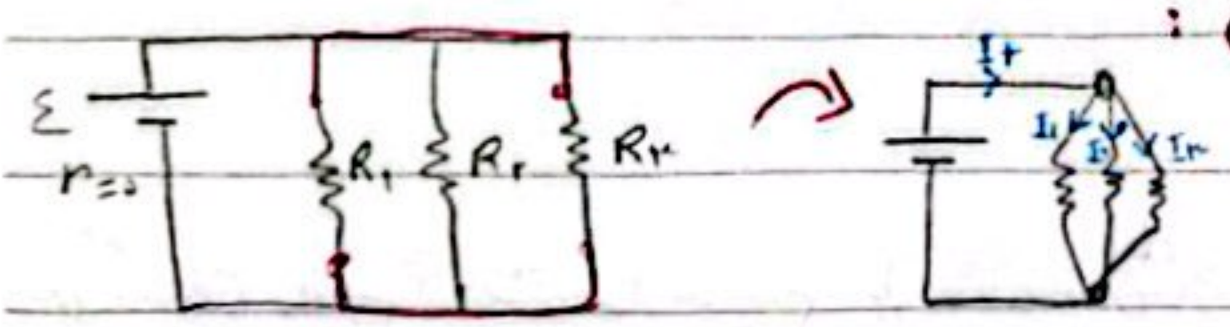


$$\begin{cases} I_1 = I_2 = I_3 = I_T \\ V_T = V_1 + V_2 + V_3 \\ R_T = R_1 + R_2 + R_3 \end{cases}$$

↲ نباید از بین مقاومت ها شاخه یا انشعابی گرفته شود

↲ در سری مقدار مقاومت معادل از تمامی مقاومت های موجود بزرگتر است.

ب) اتصال موازی :


ε
$r=0$
R_1
R_2
R_3
I_T
I_1
I_2
I_3

$$\begin{cases} V_1 = V_2 = V_3 = V_T \\ I_T = I_1 + I_2 + I_3 \\ \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \end{cases}$$

← دو مقاومت موازی : $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

← n مقاومت مشابه : $R_T = \frac{R}{n}$

↲ دو سر مقاومت ها باید با سیم به هم وصل باشند

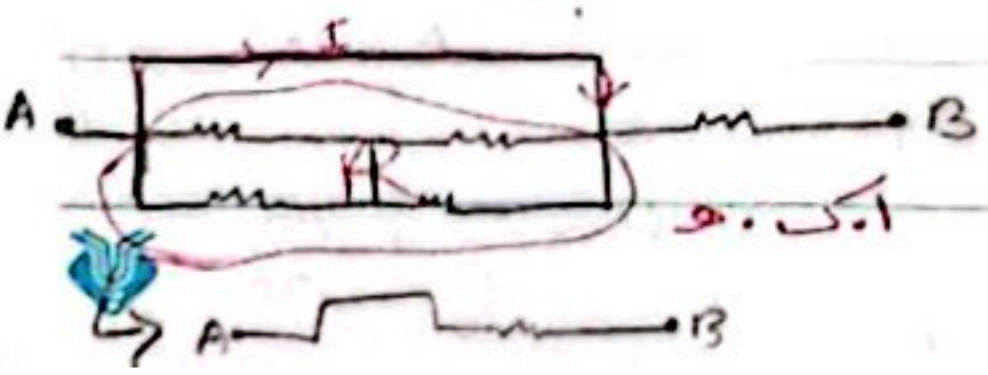
↲ در موازی مقدار مقاومت معادل از مقدار کوچک ترین مقاومت موجود، کوچکتر است

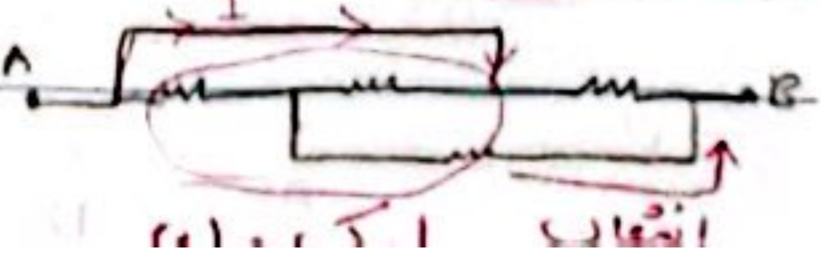
R_T معادل $= \frac{\text{بزرگ}}{\text{نسبت ها}}$

۶و۳ → ۲Ω

۱۲,۲ → ۴Ω

- **اتصال کوتاه**



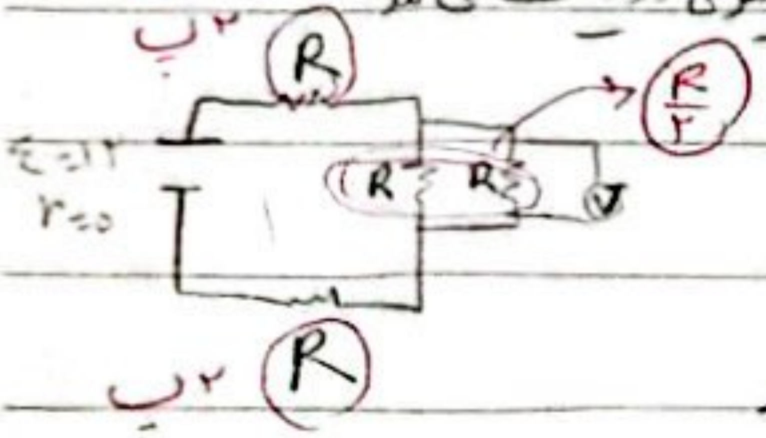


R۵ و R۶ سری هستند
R۵ و R۶ موازی هم هستند
} R۵ و R۶ اتصال کوتاه شده و حذف می‌شوند

برای محاسبه مقاومت معادل
- ۱- راه معمولی
- ۲- روش نقطه گذاری ← تعداد مقاومت ها کم
  سیم های ارتباطی زیاد

- قاعدهٔ تقسیم ولتاژ در مقاومت های سری :

↲ هر مقاومتی که مقدار بیشتری دارد، ولتاژ بیشتری دریافت می‌کند

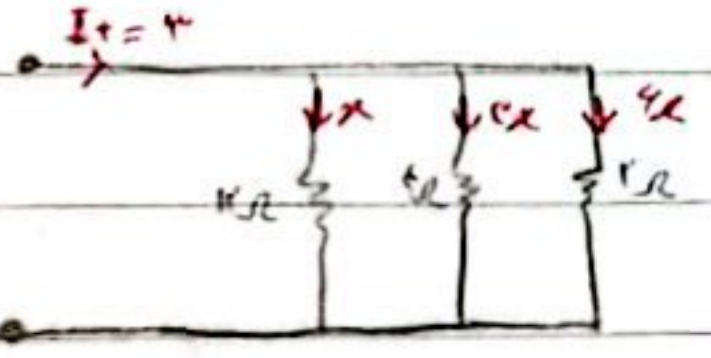


سهم هر پیمانه : $\frac{12}{5}$

* اگر مقاومت ها با ولت سنج سری بسته شوند تبدیل به سیم می‌شوند.

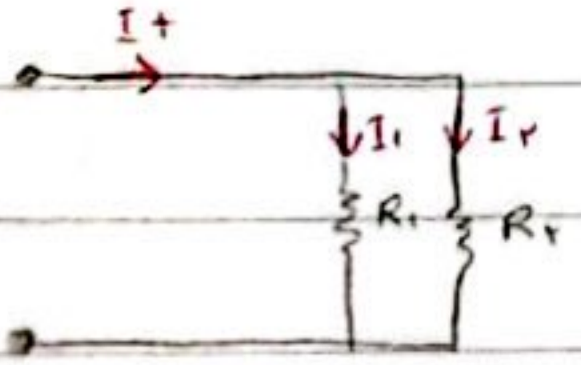
- قاعده تقسیم جریان در مقاومت های موازی:

↲ هر مقاومتی که مقدار بیشتری دارد، جریان کمتری دریافت می‌کند.



$10x = 3 \quad x = 0.3A$

* مجموع جریان های خارج شده = مجموع جریان های وارد شده



$$I_1 = \frac{I_t \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{I_t \times R_1}{R_1 + R_2}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_t}$$

$r = 0$

$ث\ R = \frac{V\uparrow}{I\uparrow}$ $\qquad$ $\uparrow R = \frac{V\uparrow}{I\swarrow}$

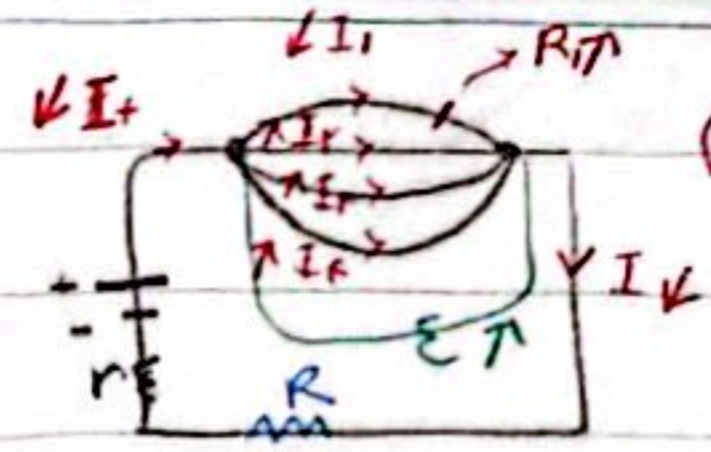
$\uparrow R = \frac{\overset{ث}{V}}{I\swarrow}$ $\qquad$ $\uparrow R = \frac{V\uparrow}{I_{ث}}$

⇐ R و V یا از هم جهت
پیروی می‌شد یا یکی ثابت

V Subject: Year. Month. Day.

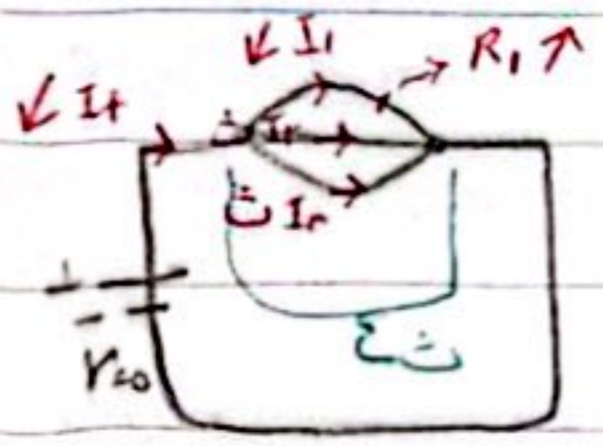
↑ V_T ↗ R_T ↑

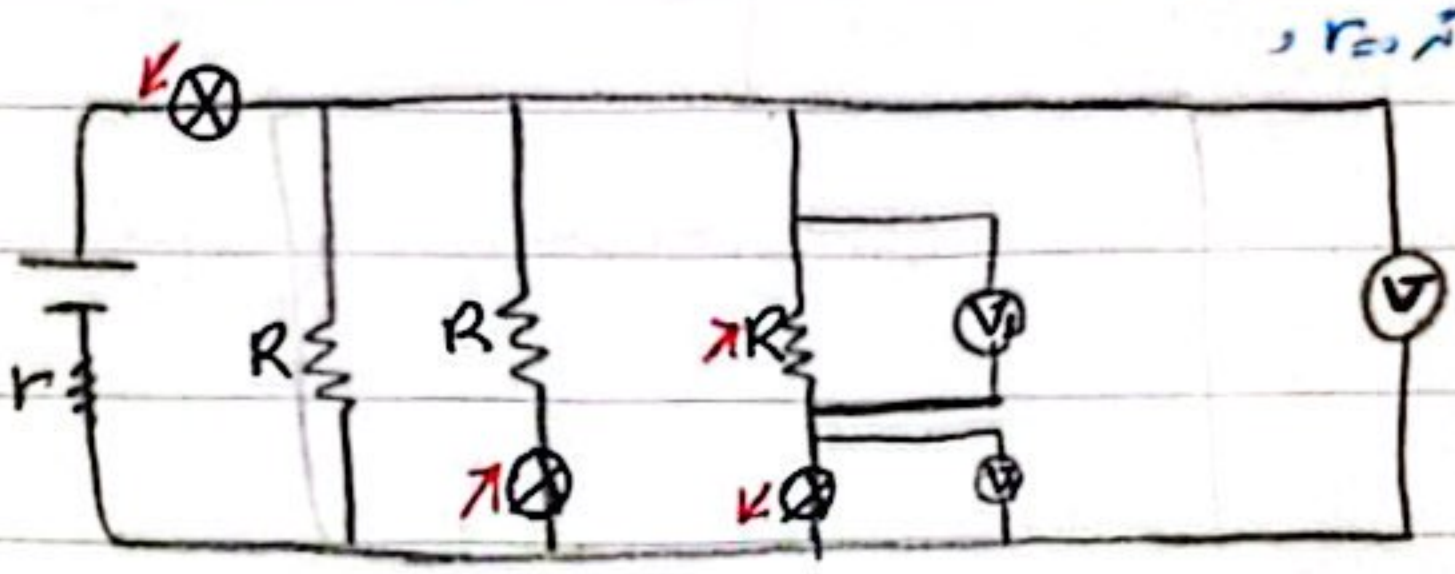
الف)


↙ I_T
↙ I_1
R_1 ↑
I_2
I_3
I_4
I ↙
ε ↑
+
-
r
R

اگر r=0 و

ب)


↙ I_T
↙ I_1
R_1 ↑
I_2
+
-
r=0



تکانه (اندازهٔ حرکت)

Subject: Year. Month. Day.

$\vec{P} = m \times \vec{V}$ تکانه

تغییر تکانه $\Delta \vec{P} = m \times \Delta \vec{V}$

جهت تکانه با جهت سرعت یکی است. $K = \frac{1}{2} m v^2 \,/\, K = \frac{1}{2} P V \,/\, K = \frac{1}{2} \frac{P^2}{m}$

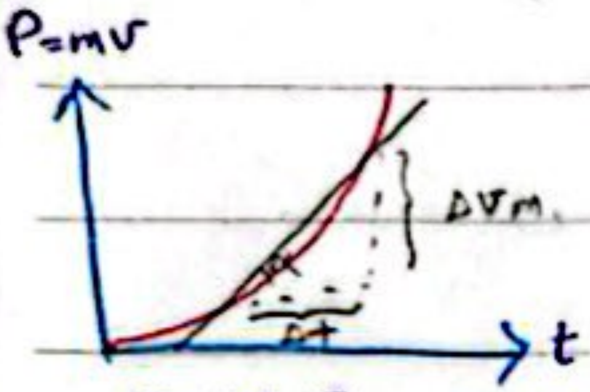
$\alpha = 0 \quad \Delta V = V_2 - V_1$ — هم جهت

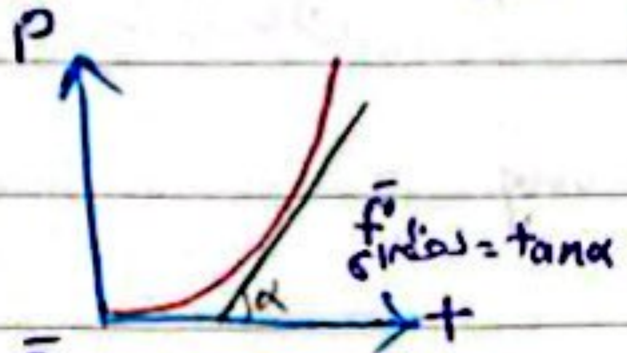
$\alpha = 180 \quad \Delta V = V_2 + V_1$ — خلاف جهت

عمود $\Delta V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$

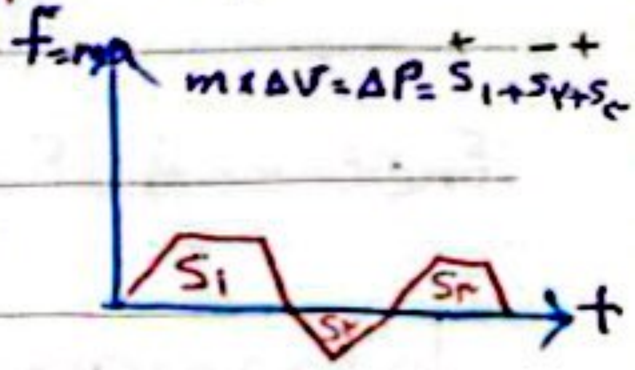
$v_2 - v_1 \leq \Delta V \leq v_2 + v_1$

$\bar{F} = m \times \bar{a} = m \times \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow f = \frac{\Delta P}{\Delta t} \begin{cases} P' = f_{\text{لحظه‌ای}} \\ V' = a \end{cases}$





$\bar{f}_{\text{لحظه‌ای}} = \tan\alpha$

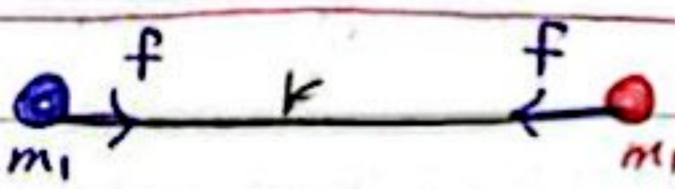


$m \times \Delta V = \Delta P = \overset{+}{S_1} + \overset{-}{S_2} + \overset{+}{S_3}$

$\frac{m \times \Delta V}{\Delta t} = m \times a = \bar{f}$ شیب خط

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

ثابت جهانی



جرم زمین — جرم سیاره مورد نظر

$f_h = G \frac{Me \times m}{r^2}$ $\boxed{r = h + Re}$

ثابت گرانش

$a = G \frac{Me}{r^2}$ شتاب جاذبه

$g_h = G \frac{Me}{r^2}$ شتاب گرانش سیاره خاص

فاصله از مرکز زمین

$g_0 = G \frac{Me}{Re^2}$ شتاب گرانش زمین

$$\boxed{g_0 \times Re^2 = g_h \times r^2 = G \times Me}$$

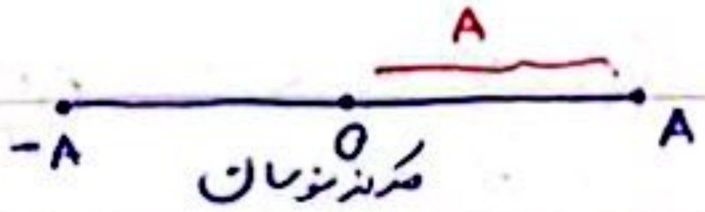
- نوسان -

$\theta=0$ اصطکاک و مقاومت ناچیز ←

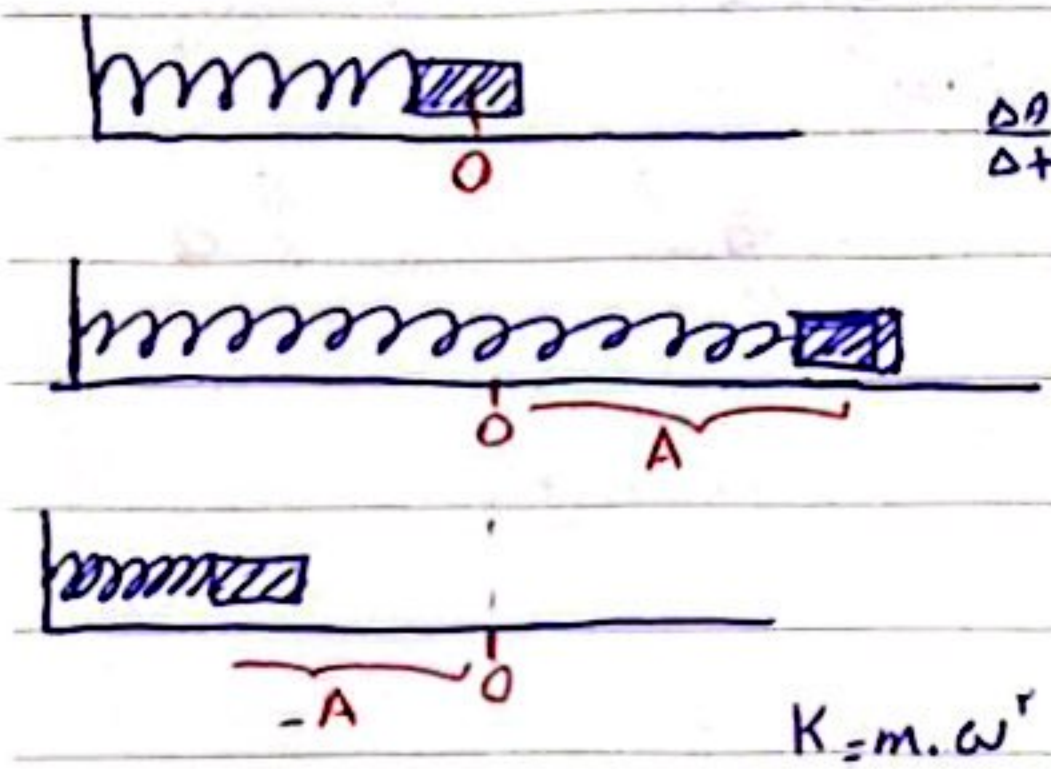
حرکت نوسانی
الف) دوره‌ای
۱- سینوسی ← حرکت نوسان ساده یا هماهنگ ساده
۲- غیر سینوسی
ب) غیر دوره‌ای ← در اثر اصطکاک و مقاومت هوا

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

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


A
-A
O
مرکز نوسان
A

$F_{net}=0 \rightarrow F = mg$ ← در مرکز تعادل



$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

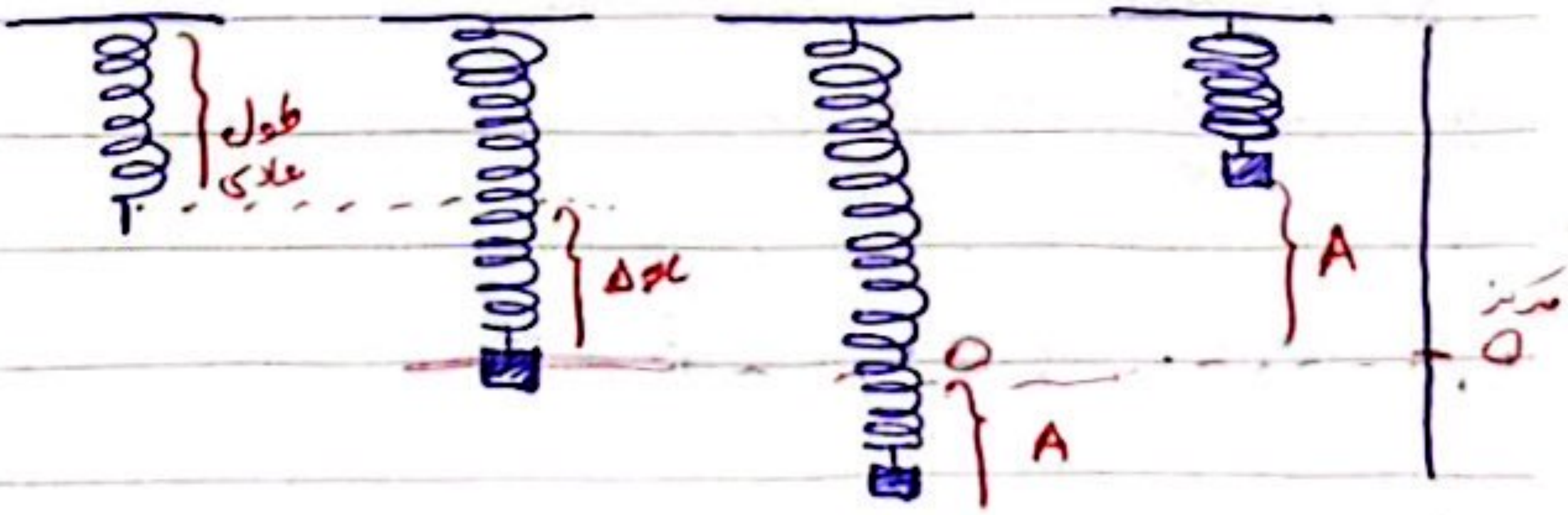
$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

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

جرم متصل به فنر

ثابت فنر

$$K = m \cdot \omega^2$$


طول عادی
Δx
O
A
A
مرکز
O

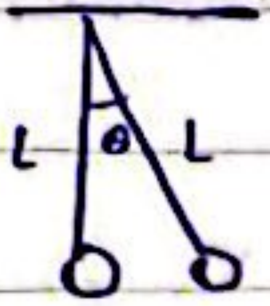
$F_{net}=0 \rightarrow F_{فنر} = mg$

$a=0$

$K\Delta x = mg$

$\Delta x = \frac{mg}{K}$

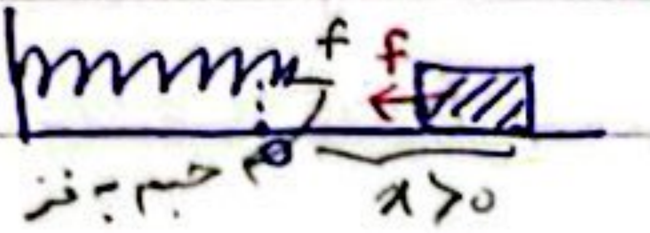
آونگ ساده:



$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ → طول آونگ

شتاب گرانش

$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$

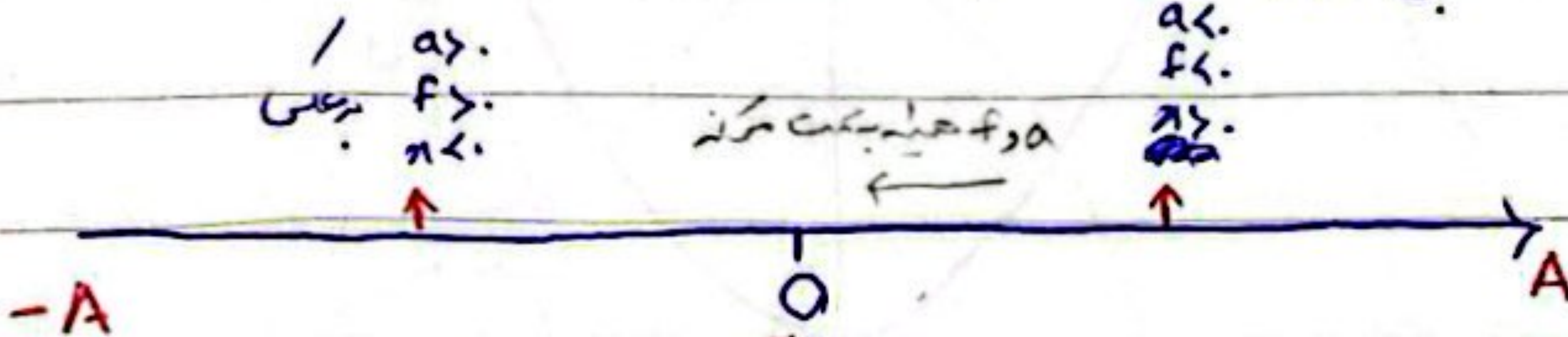

f
f
جسم به فنر
x>0

$F_{\text{فنر به جسم}} = -K \times x$

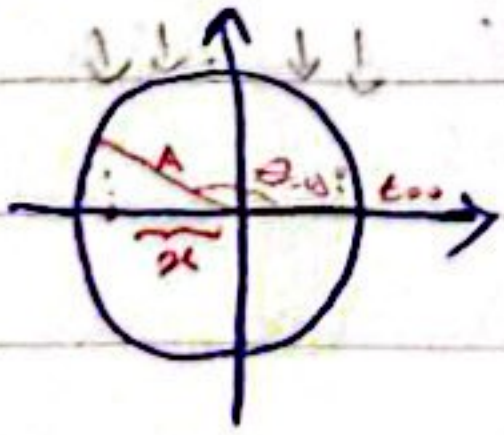
f و x
مکان همیشه
مختلف العلامت هستند.

★ در ربع اول V<0 اما V در حال افزایش

★ در ربع دوم V<0 و V در حال کاهش


a>0
f>0
x<0
برعکس
a و f همیشه به سمت مرکز
a<0
f<0
x>0
-A
O
A

-A	O	A
a=max	x=0	a=max
a>0	a=0	a<0
f=max	f=0	f=max
f>0	U=0	F<0
U=max	K>0	U=max
U>0	V=max	U>0
V=0	K=max	V=0
K=0		K=0



$\theta = \omega . t$

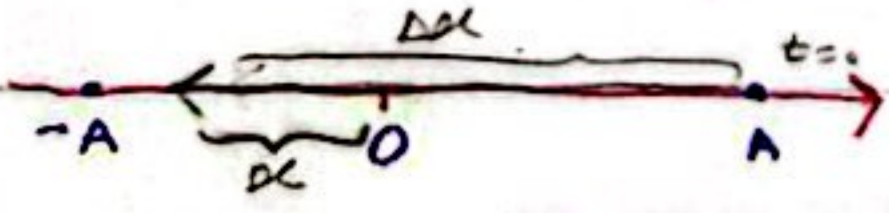
$x = A\cos\theta$

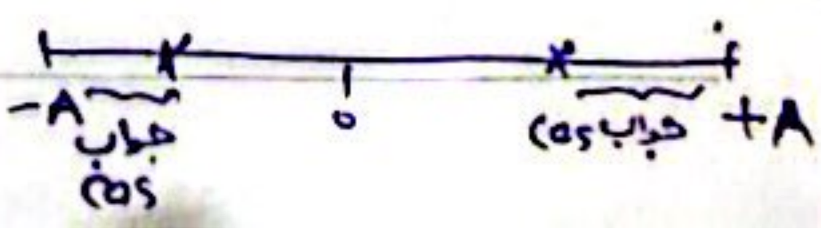
$x = A\cos\omega t$

$\theta \propto t$

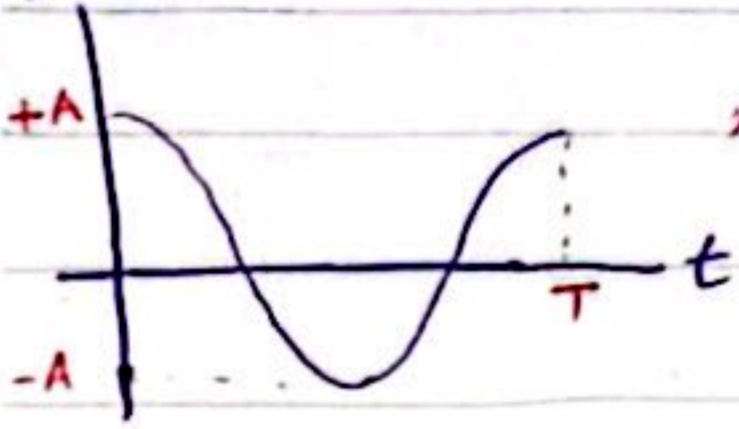
$x = A\cos ۱۵۰^\circ = -۰/۸۵ A$

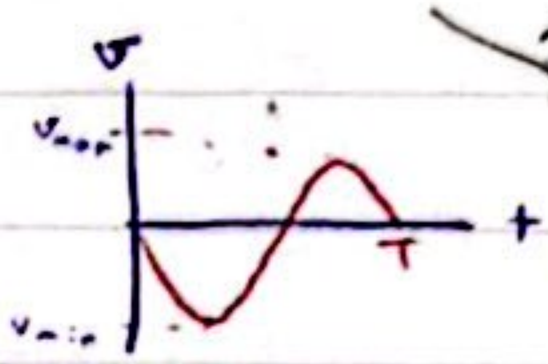
$\Delta x = -۰/۸۵ A - A = -۱/۸۵ A$




-A
جواب cos
0
cos جواب
+A

معادلهٔ مکان ـ زمان : $x = A\cos\omega t$

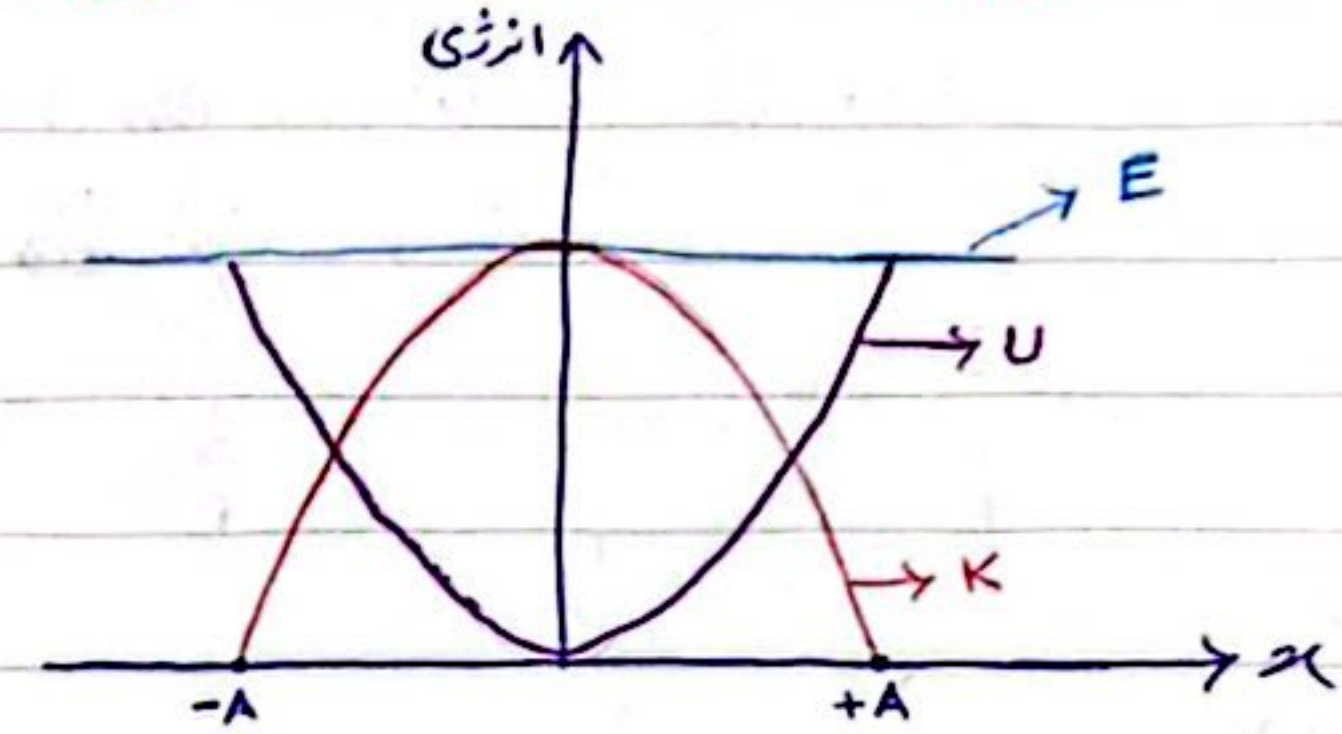




$v = -A\omega \sin\omega t$

$a = -A\omega^۲\cos\omega t$

A →	$A\omega$ →	$A\omega^۲$ →	$mA\omega^۲$
x_{max}	v_{max}	a_{max}	f_{max}



$U = \frac{1}{۲}Kx^۲ \xrightarrow{x=A} U_{max} = \frac{1}{۲}KA^۲$

$K = \frac{1}{۲}mv^۲ \xrightarrow{x=0} K_{max} = \frac{1}{۲}mv_{max}^۲$

$$\begin{cases} f_{max} = mA\omega^۲ \\ E = \frac{1}{۲}m\omega^۲A^۲ \\ E = \frac{A}{۲}f_{max} \end{cases}$$

$E = U + K = U_{max} + 0 = 0 + K_{max}$

$E = U_{max} = K_{max} = \frac{1}{۲}mv_{max}^۲ = \frac{1}{۲}\boxed{K}.A^۲ = \frac{1}{۲}m\omega^۲A^۲$

$m\omega^۲$ با $۲m\pi^۲A^۲f^۲$

بستگی به مکان دارد

فنر $f = -K.x \rightarrow f = -m.\omega^۲.x$

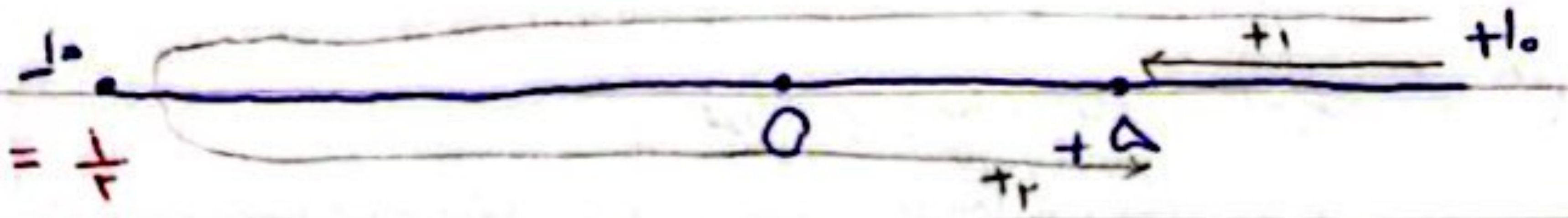
ثابت فنر $\overset{ثابت}{K} = m \swarrow \omega^۲ \nearrow$ $\quad \nearrow\omega = \frac{۲\pi}{T}\swarrow$ ، $E = \frac{1}{۲}m \nearrow \omega^۲ \swarrow A^۲$

ثابت E ←

$\Delta\theta = ۳۶۰° = ۲\pi$ $\quad \Delta t = T$ $\quad \theta = \overset{ش}{\omega}.t$

۳۰° $\quad t = \frac{T}{۱۲}$ $\quad \theta \propto t \propto \cancel{x}$

Subject: Year. Month. Day.



$\frac{۵}{۱۰} = \frac{۱}{۲}$

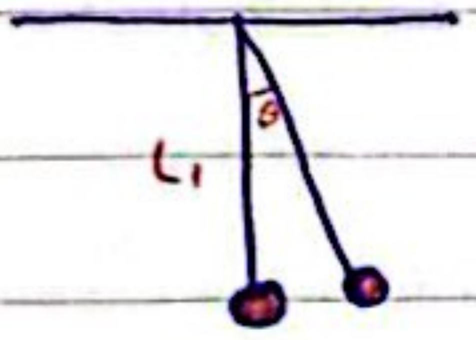
$x = \frac{۱}{۲} A$ $\qquad U = \frac{۱}{۴} E$

$V = \pm \frac{\sqrt{۳}}{۲}$ $\qquad K = \frac{۳}{۴} E$

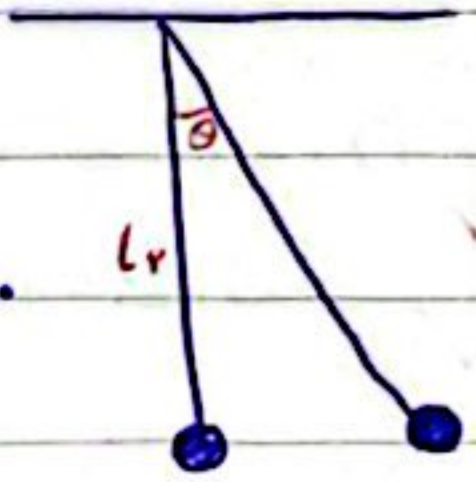
$a = -\frac{۱}{۲} a_{max}$ $\qquad t_۱ = \frac{T}{۶}$

$f = -\frac{۱}{۲} f_{max}$ $\qquad t_۲ = \frac{۵T}{۶}$

$\theta \leq ۶°$



$N_۱ = ۵۰$



$N_۲ = ۴۰$

L کوتاه‌تر ← سریع‌تر

$\downarrow T \quad \omega \uparrow$

اختلاف $n = ۱۰$

$N_۱ = n + N_۲$

$\downarrow T_۱ = \frac{t}{\uparrow N_۱}$ $\qquad T_۲ = \frac{t}{N_۲} \Rightarrow T_۲ > T_۱$

$$t = n \frac{T_۱ \times T_۲}{|T_۲ - T_۱|} \qquad T = ۲\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$L_t = L_۱ + L_۲ \qquad T_t = \sqrt{T_۱^۲ + T_۲^۲}$$

$x = A \cos \omega t$ $\qquad f = -m\omega^۲ A \cos \omega t$

$a = -\omega^۲ A \cos \omega t$

- موج -

Subject: Year. Month. Day.

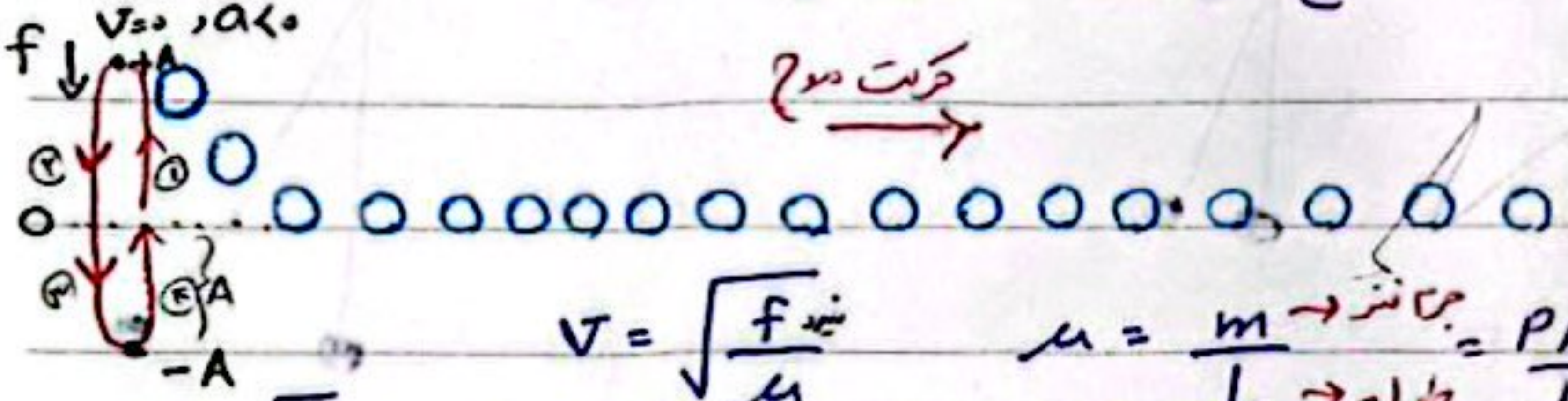
امواج:

الف) امواج مکانیکی (نیاز به محیط مادی) ←
- طولی ← راستای نوسان هر جزء فنر هم راستای انتشار موج ← صوتی
- عرضی ← راستای نوسان هر جزء فنر عمود بر راستای انتشار موج

ب) امواج الکترومغناطیسی (نیاز به محیط مادی ندارند) ← عرضی

← امواج رادیویی و نور مرئی

★ **امواج عرضی:** در محیط هایی که نیروی بین مولکولی قابل توجه باشند مثل جامدات و سطح مایعات منتشر می‌شوند.



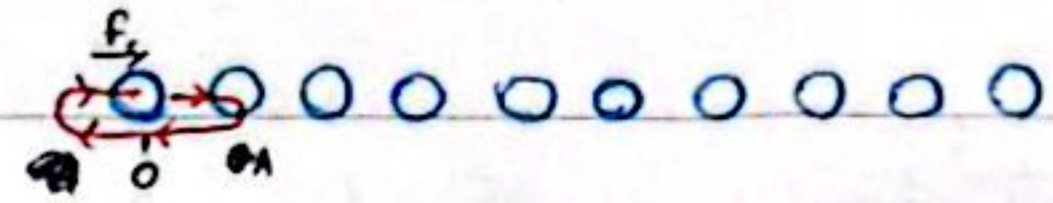
$v = \sqrt{\frac{F \text{ نیرو}}{\mu}}$

$\mu = \frac{m \rightarrow \text{جرم فنر}}{L \rightarrow \text{طول}} = \frac{\rho A \cancel{L}}{\cancel{L}} = \rho A$ $\quad \pi r^2 , \frac{D}{2}$

$v \propto \sqrt{F}$ $\quad v \propto \sqrt{\frac{1}{\mu}} \propto \sqrt{\frac{1}{m}} \propto \sqrt{L}$ $\quad v \propto \sqrt{\frac{1}{A}} \propto \frac{1}{D} \propto \frac{1}{r}$

← وقتی سیم را دولا کنیم A ۲ برابر

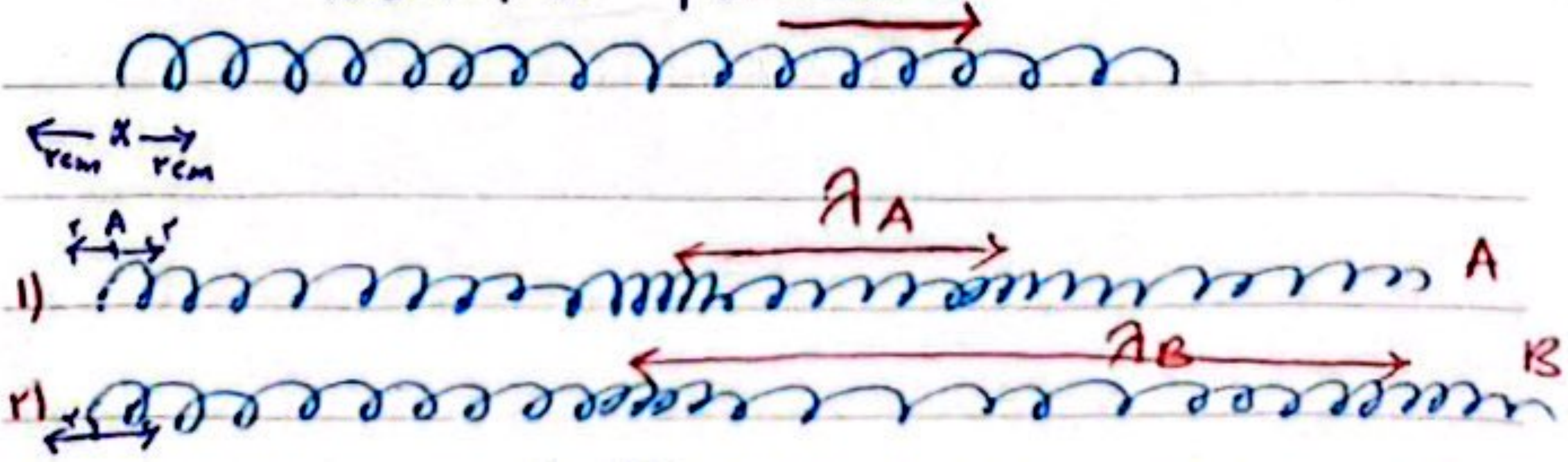
★ **امواج طولی:** در تمامی مواد منتشر می‌شوند



λ طول موج

v سرعت انتشار کم

K کم ← فنر نرم



$f_A = f_B$ $\quad K_A < K_B \rightarrow v_B > v_A$ $\quad \uparrow\lambda = \frac{v\uparrow}{\cancel{f}_{\text{ث}}}$

فنر B سخت

فنر A نرم

نگارش هوشمند

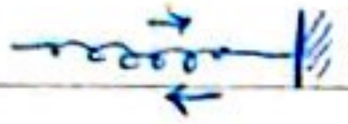
$\lambda = \frac{v}{f}$

v → به جنس محیط بستگی دارد

λ ← به محیط و منبع موج وابسته است

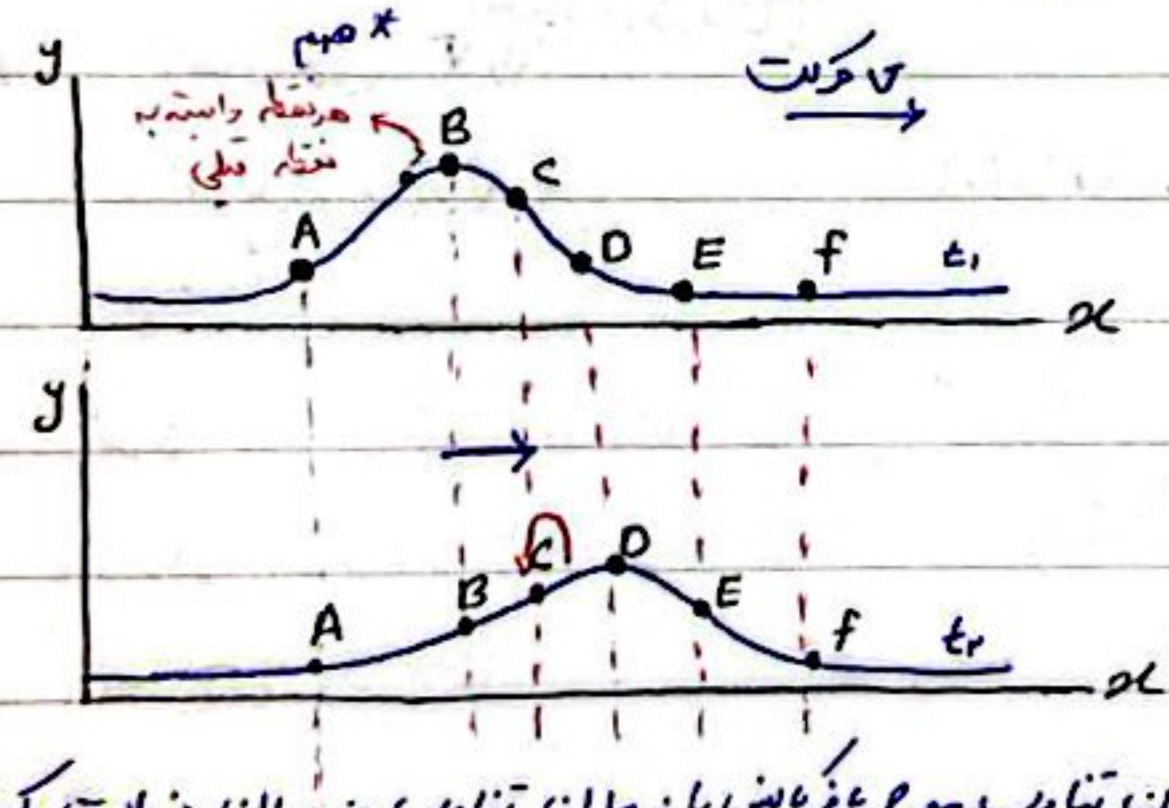
f → چشمه موج | ω ، f ، T ، A

★ موج
- ۱- رونده
- ۲- ایستاده (از ترکیب دو موج رونده)



موج ← آشفتگی پیوسته در محیط کشسان

تپ ← یک آشفتگی تنها در محیط کشسان


* مهم
هر نقطه وابسته به نقطه قبلی
حرکت v
y
x
A
B
C
D
E
f
t₁
t₂

t_1 ← تا عبور کامل

– نوع حرکت نقطه f

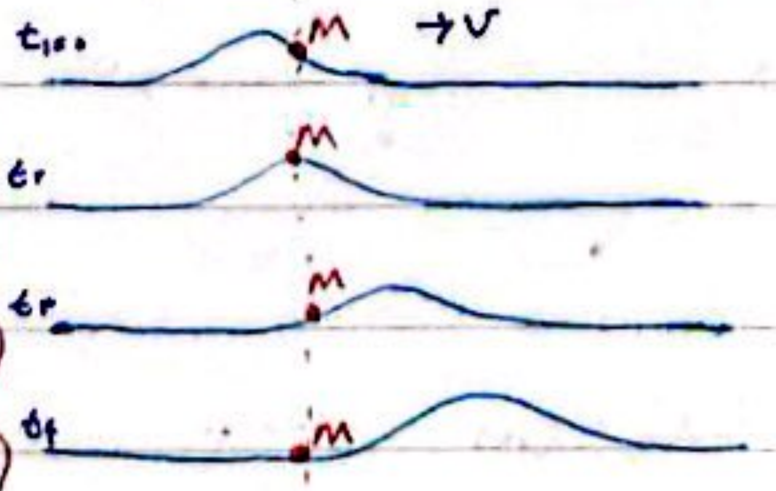
از طناب :

ت - ک - ت - ک

λ

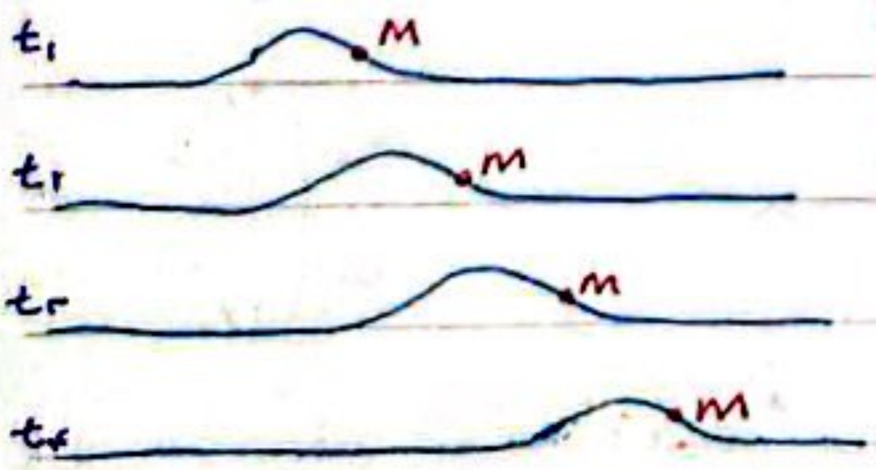
★ زمان تناوب موج و فرکانس با زمان تناوب نوسان ذرات یکسان است

الف) نقطه M روی طناب باشد:


t₁
M
→ v
t₂
t₃
t₄

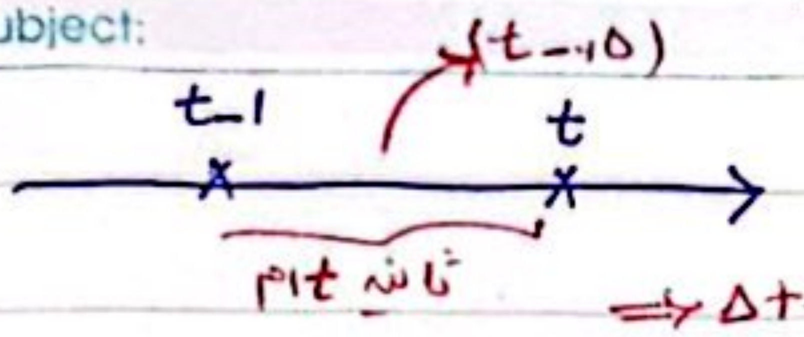
تندی نقطه M روی طناب (متغیر) ابتدا کم و دوباره زیاد و سپس کاهش یافته

ب) نقطه M روی موج است :



تندی نقطه M با تندی موج برابر است.

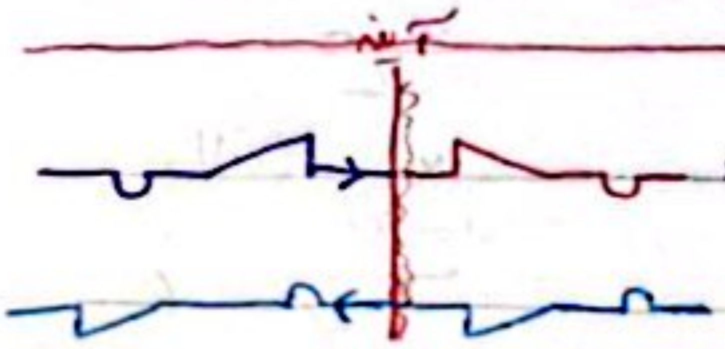
Subject: Year. Month. Day.


(t-۰/۵)
t-1
t
ثانیه t ام

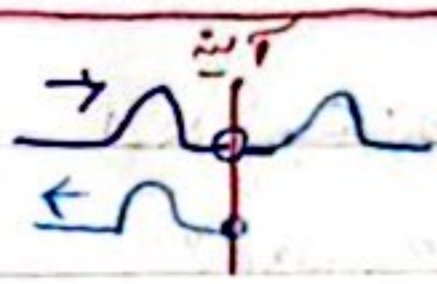
⇒ $\Delta t = 1s$

$$\Delta x = \bar{v} \times \Delta t$$

$$\Delta x = (\underbrace{(t-0/5)a+v_0}_{\bar{v}})\times \underbrace{1}_{\Delta t}$$

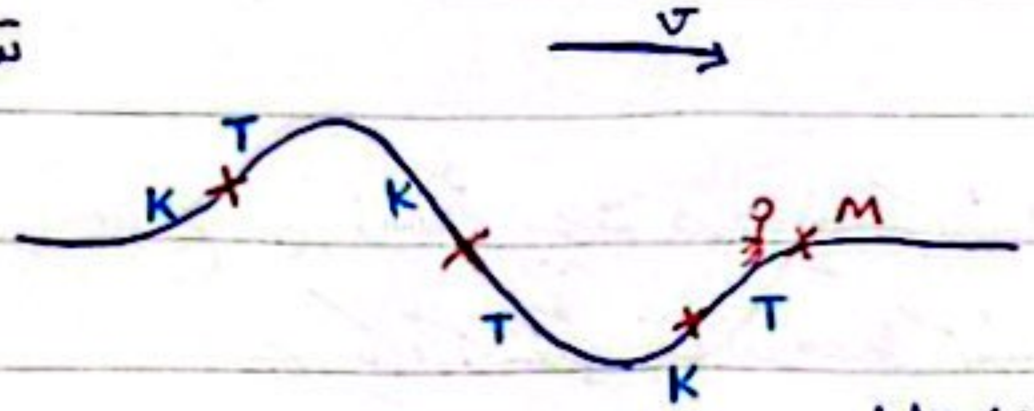


سخت:

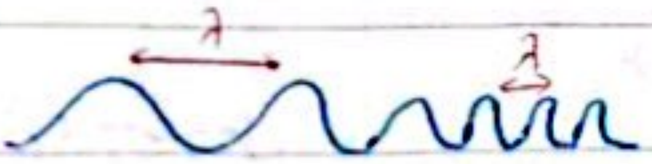


نرم:

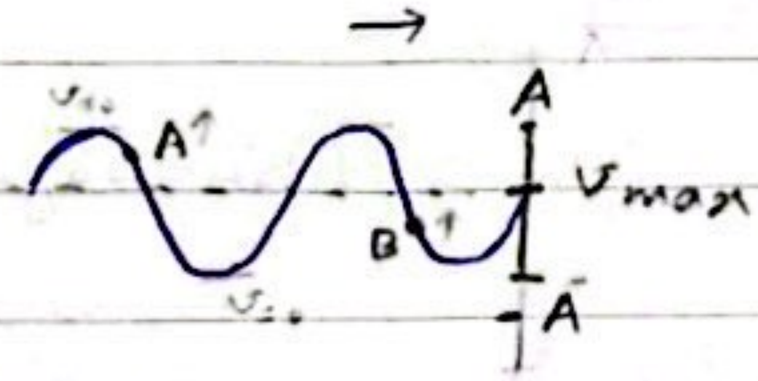
تپ



★ با کاهش عمق v↓ امواج نه ذرات!

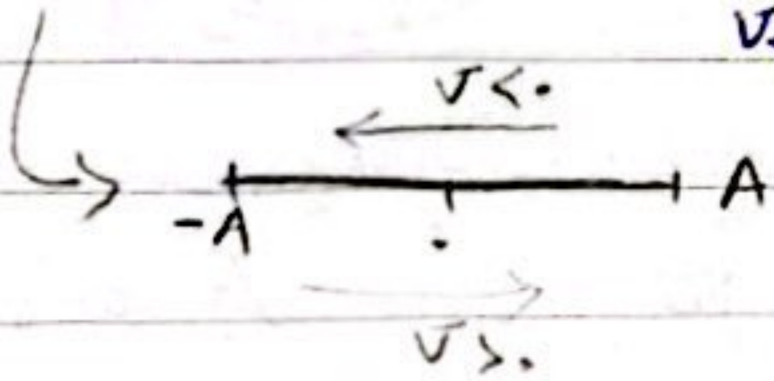


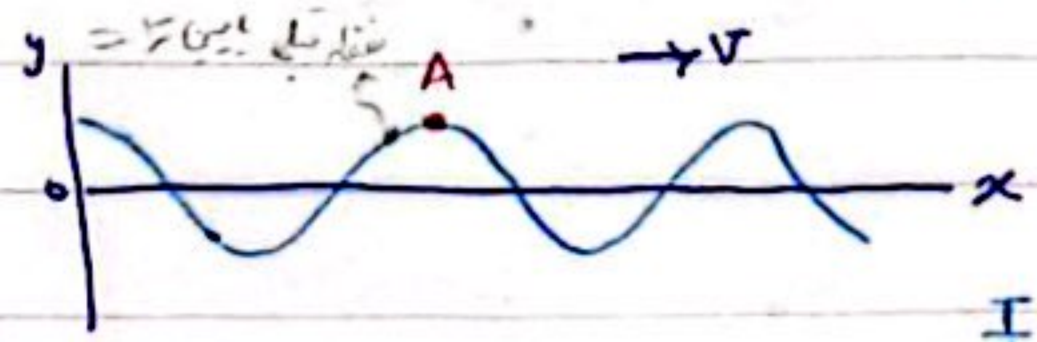
$$\downarrow\lambda = \frac{v\downarrow}{f_{ث}}$$

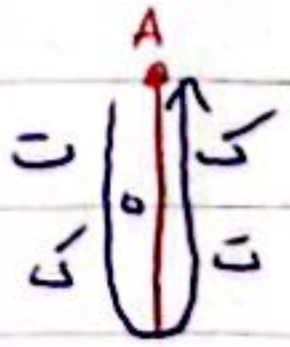

v=0
A
B
A
v_{max}
-A
v=0

- اگر ذره در حال حرکت رو به بالا باشد $v>0$ و اگر در حال حرکت رو به پایین باشد $v<0$.

$v_B > v_A$



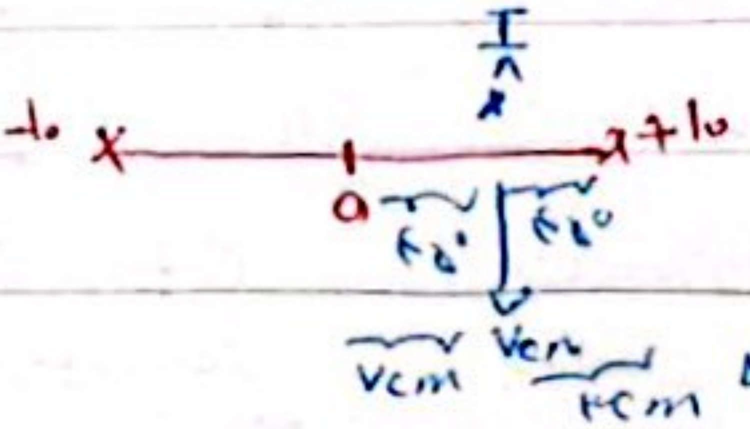

y
= نقطه قبلی پایینتر
A
v
0
x



دامنه A = ۱۰cm

مکان در $\frac{T}{8}$ ثانیه؟

$a<0$ تندشونده


$\frac{T}{8}$
-۱۰
+۱۰
O
۴۵°
۴۵°
۷cm
۷cm
۳cm

$\frac{\sqrt{2}}{2} \times 10 = 7cm$

$x = +7$

$\Delta x = -3$

- ادامهٔ موج -

Subject: Year. Month. Day.

امواج لرزه‌ای موج های مکانیکی هستند
- ۱- اولیه P ← طولی
- ۲- ثانویه S ← عرضی

$v_P > v_S$

$\boxed{\Delta x = v \times t} \rightarrow t_S > t_P$

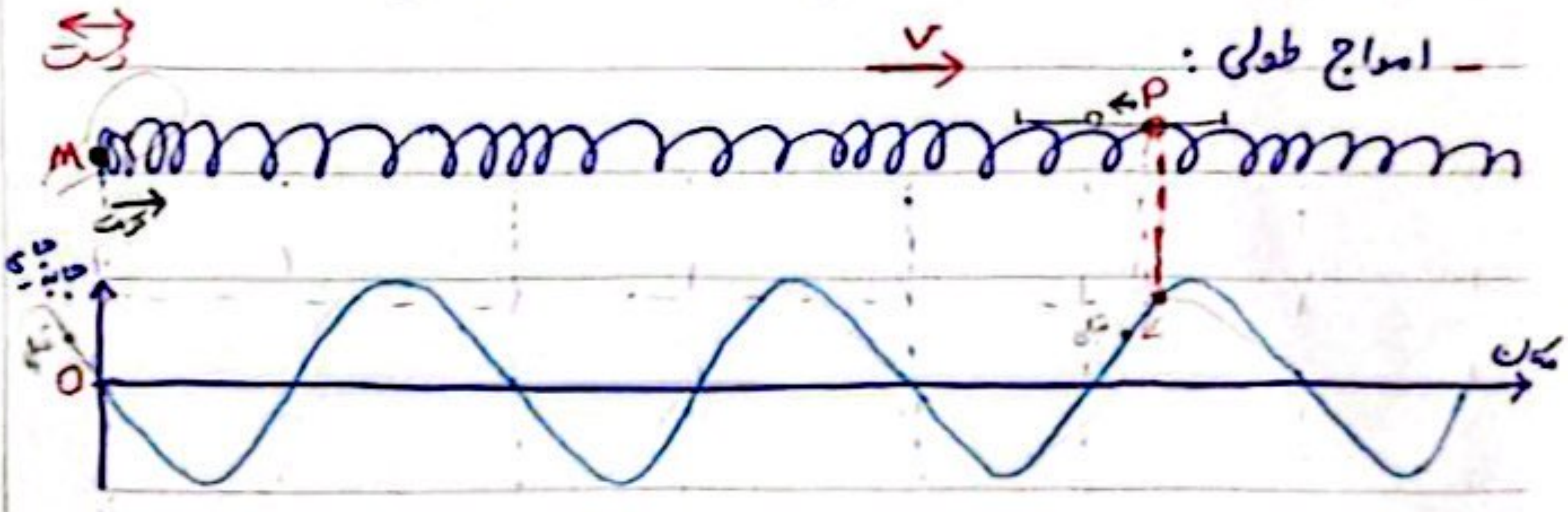
$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_S} - \frac{\Delta x}{v_P} = \frac{(v_P - v_S)\,\Delta x}{v_S\, v_P}$$

$$\Delta x = \frac{v_S\, v_P}{v_P - v_S} \cdot \Delta t$$

* سختی جسم ↑ و چگالی جسم ↓ تندی موج ↑

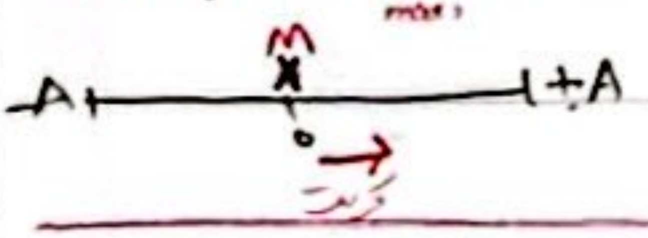
این ویژگی های جرم و کشسانی محیط، مشخص می کنند که یک موج به چه سرعتی حرکت می کند

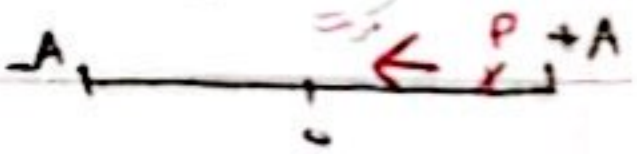
- امواج طولی :

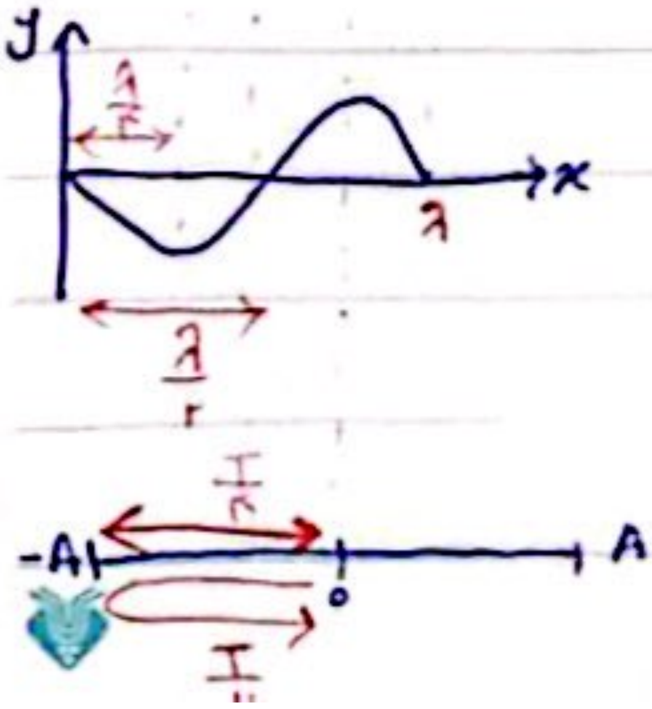

حرکت
V
P
M
حرکت
جابه‌جایی
O
مکان

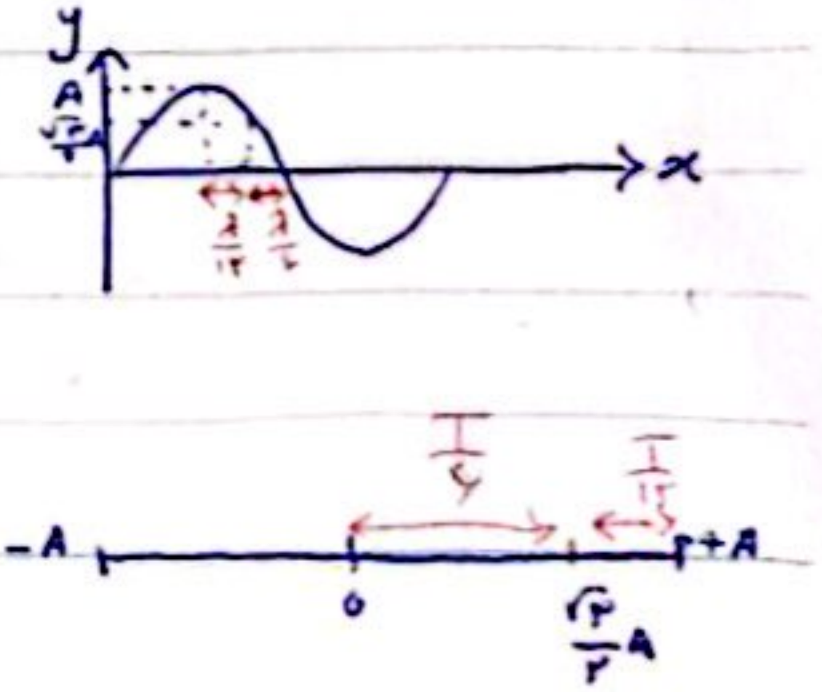
$x_M = 0$ و $\underset{\text{max}}{v_M} = 0$

$x_P > 0$, $v_P < 0$, $a_P < 0$ تندشونده






y
$\frac{\lambda}{4}$
x
λ
$\frac{\lambda}{2}$
$\frac{T}{4}$
-A
A
0
$\frac{T}{2}$


y
A
$\frac{\sqrt{2}}{2}A$
x
$\frac{\lambda}{12}$
$\frac{\lambda}{6}$
$\frac{T}{6}$
$\frac{T}{12}$
-A
0
+A
$\frac{\sqrt{3}}{2}A$

★ مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی :

$\bar{P} \propto A^{۲} \propto f^{۲}$

- امواج الکترومغناطیسی : از رابطه متقابل میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی

↲ ناشی از تغییرات هم زمان میدان الکتریکی و مغناطیسی

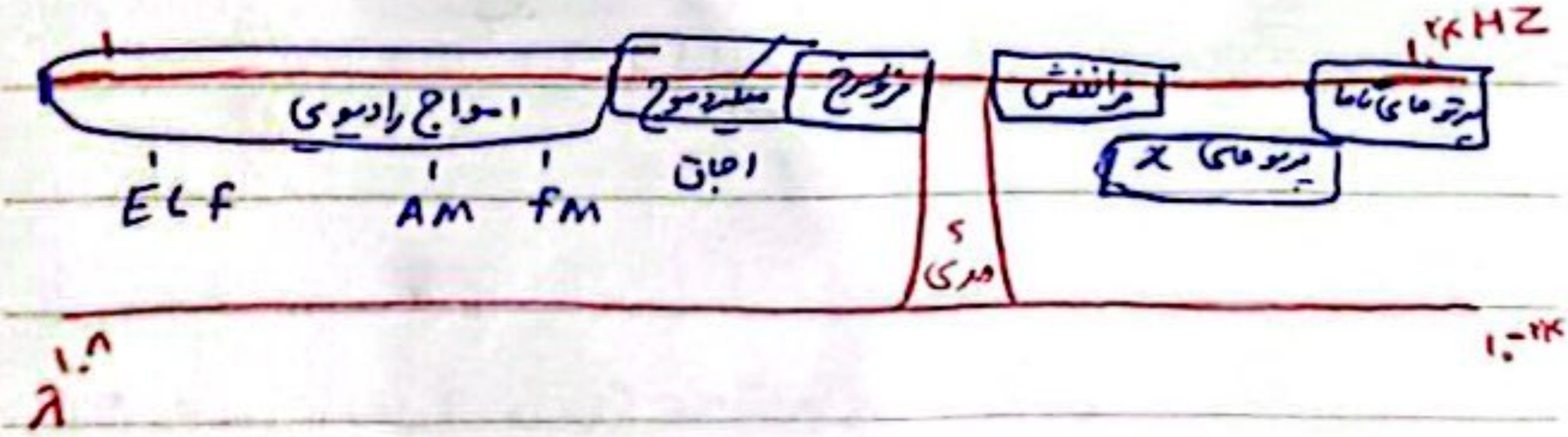
① میدان الکتریکی $\vec{E}$ همواره عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ و هر دو عمود بر حرکت موج

② موج عرضی ، میدان ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر

③ امواج رادیویی و نوری $C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ ← تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ

↲ تندی انتشار نور

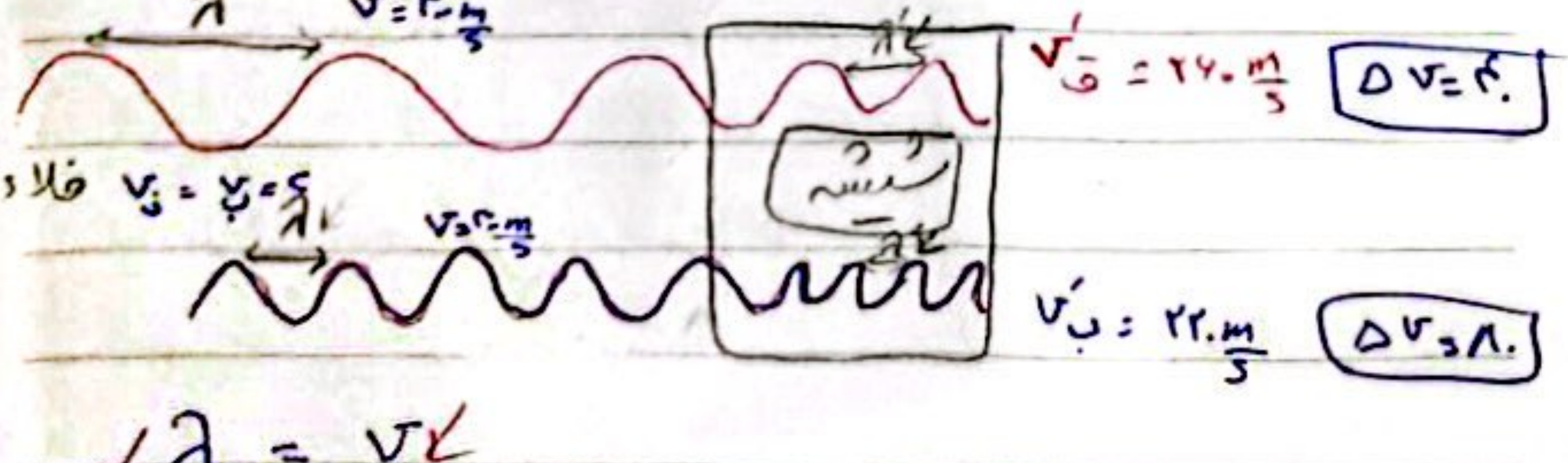
④ به محیط مادی نیاز ندارد ، همگی با تندی نور در خلا v ثابت


۱۰^۲۴ HZ
امواج رادیویی
ریزموج
فروسرخ
فرابنفش
پرتوهای گاما
پرتوهای X
ELF
AM
fm
اجاق
مرئی
λ ۱۰^۸
۱۰^-۲۴

⚠ انتقال صوت از امواج fm و AM ← الکترومغناطیسی

گول نخور!

$\overset{ث}{V} = \downarrow\lambda \cdot f\uparrow$


λ
v = ۳۰۰ m/s
λ'
شیشه
خلاء vق = vب = c
λ'
v = ۳۰۰ m/s
λ'

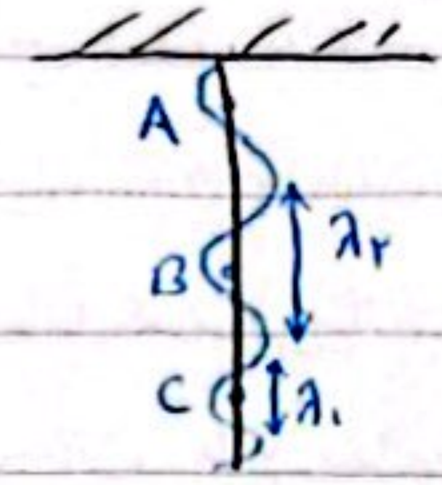
$v'_{ق} = ۲۶۰ \frac{m}{s}$ $\boxed{\Delta v = ۴۰}$

$v'_{ب} = ۲۲۰ \frac{m}{s}$ $\boxed{\Delta v = ۸۰}$

$\downarrow\lambda = \frac{v\downarrow}{f_{ث}}$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F.L}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho.A}} = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$$

$\mu = \frac{m\nearrow}{L\nearrow}$ ث



$F = T$ نیروی کشش نخ

$F_A > F_B > F_C$

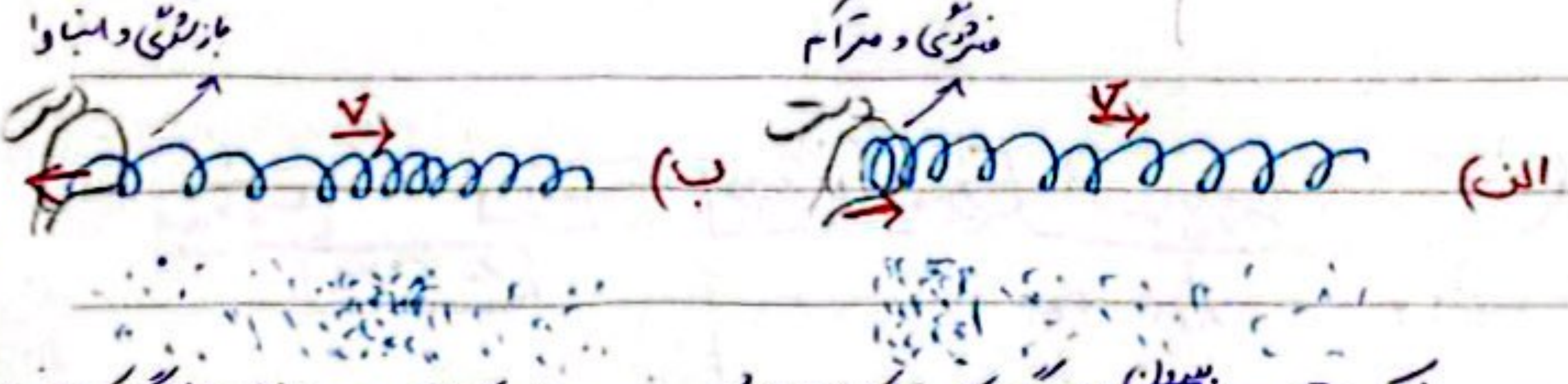
$v_A > v_B > v_C$

$v = \sqrt{\frac{F}{\underset{ث}{\mu}}} \to T$

↩ منبع f ثابت

- موج صوتی: الکتریسیته → صوت : بلندگو

صوت → الکتریسیته : میکروفون



با حرکت رو به بیرون دیافراگم یک تراکم ایجاد شود

با حرکت رو به داخل دیافراگم یک انبساط ایجاد شود

★ صوت معمولا در تمام جهات ها منتشر می شود

★ صوت طولی است و در محیط های مادی جامد مایع گاز منتشر می شود

↲ موج مکانیکی است و نیاز به محیط مادی دارد.

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

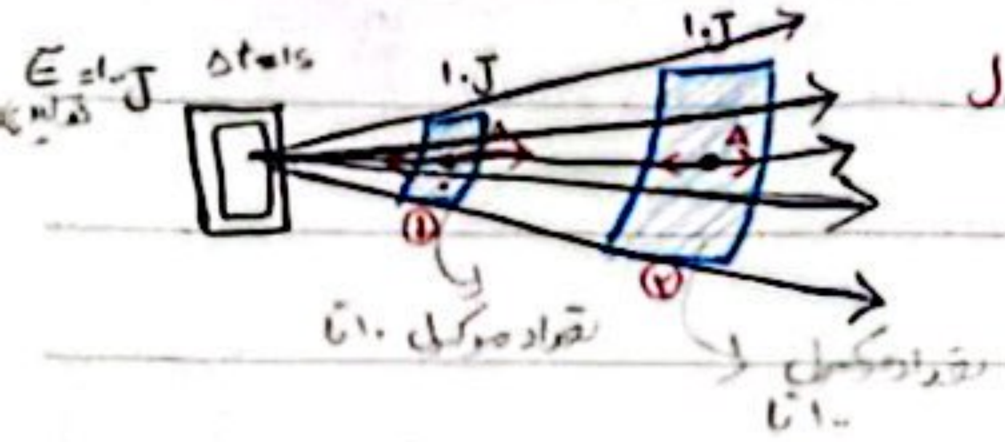
تندی انتشار صوت به ویژگی های فیزیکی محیط بستگی دارد و دما

- سرعت صوت: گاز < مایع < جامد

↲ استثنا: تندی هیدروژن (گاز) > تندی متیل الکل (مایع)

- دما ↑ سرعت تندی صوت ↑

- محیط سخت تر تندی صوت ↑ هوا < فلز


E = ۱۰۰ J
Δt = ۱s
۱۰J
۱۰J
①
②
تعداد مولکول ۱۰ تا
تعداد مولکول ۱۰۰ تا

② به هر مولکول $E = \overset{ث}{\boxed{\frac{1}{2}K}} \cdot A^2$

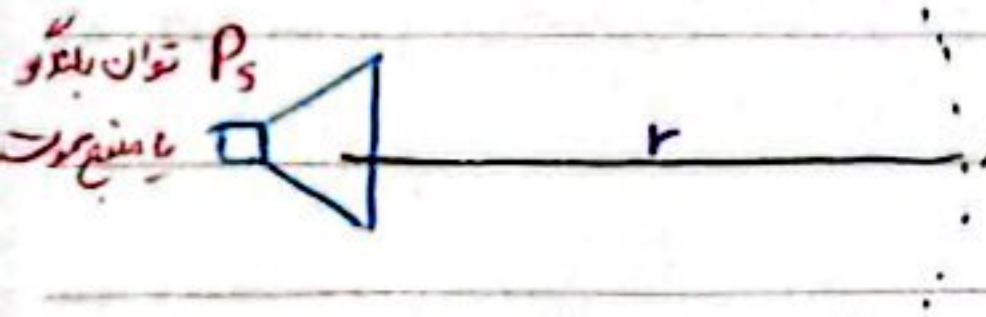
- شدت و تراز شدت صوت:

شدت یک موج صوتی در یک سطح، برابر با آهنگ متوسط انرژی است که توسط موج به واحد سطح عمود بر راستای انتشار صوت می‌رسد.

$$I = \frac{\overset{\text{آهنگ متوسط انتقال انرژی}}{P_{av}}}{\underset{\text{مساحت}}{A}}$$

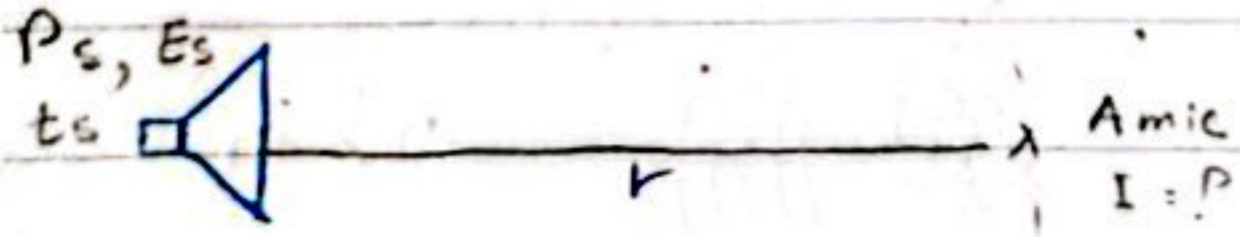
$$ث \quad I = \frac{P\nearrow}{A\nearrow} = \frac{\overset{\text{انرژی که به صفحه می‌رسد}}{E}}{\underset{\text{مساحت صفحه}}{A \cdot t}}$$

- شدت صوت به P_s و r بستگی دارد:


P_s توان بلندگو یا منبع صوت
r
$I = ?$

$$I = \frac{P_s}{4\pi r^2}$$

$$I \propto \frac{1}{r^2} \propto f^2 \propto \underset{\text{دامنه}}{A^2}$$


P_s, E_s
t_s
r
Amic
$I = ?$

$\rightarrow A = 4\pi r^2$

$$I = \frac{E_s}{4\pi r^2 \times t_s} = \frac{E_{mic}}{A_{mic} \times t_{mic}}$$

نکته ★ شدت صوت‌ها در گسترهٔ شنوایی انسان در حدود 10^{12} می‌باشد.

- تراز شدت صوت:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

10^{-12}

$I_0 = 10^{-12}$ شدت صوت مرجع

← نزدیک به پایین گسترهٔ شنوایی انسان

تغییر تراز شدت صوت $\Delta B = \beta_2 - B_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow$

$$\Delta B = 10 \log \frac{I_2}{I_1} = 10 \log \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

برای یک منبع ثابت $\underbrace{f \text{ و } A}_{\text{ث}} \rightarrow I \propto \frac{1}{r^2}$

$$\boxed{I \propto \frac{f^2 . A^2}{r^2}}$$

ادراک شنوایی (جنبه صوت ذهنی شنوایی)

ارتفاع : بسامدی که گوش انسان درک می کند

f زیاد، ارتفاع زیاد، صدای خانم

f کم، ارتفاع کم، آقای صدایم

بلندی : شدتی است که گوش انسان از صوت درک می کند

↲ احساس ما از شدت صوت

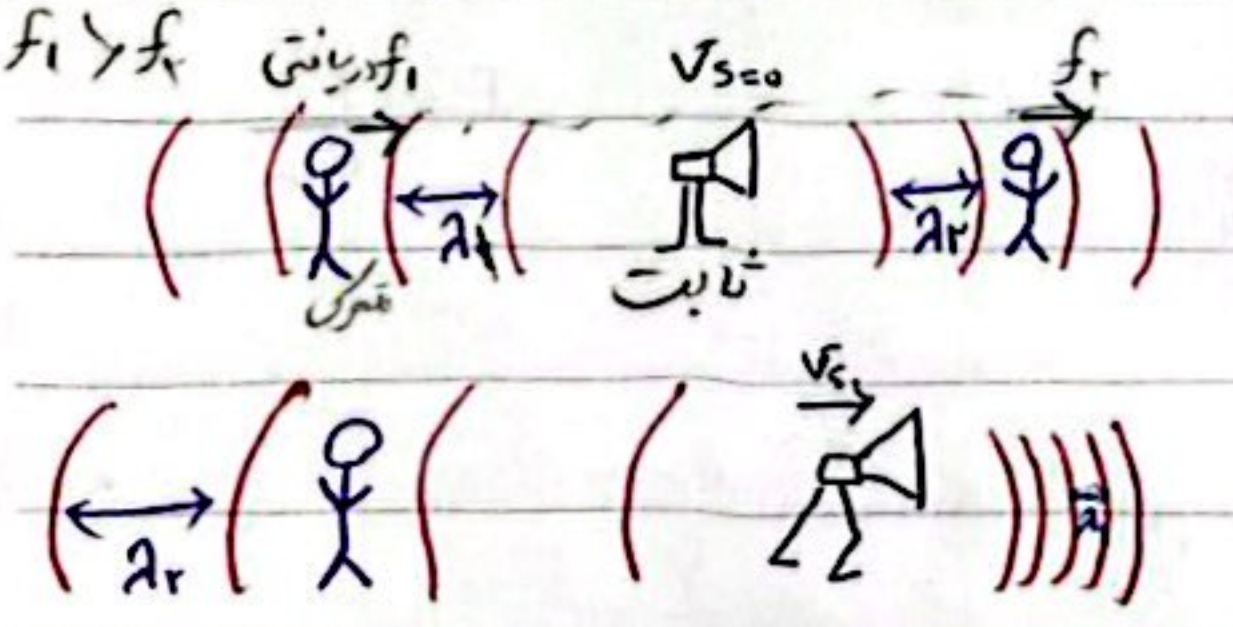
★ بلندی و شدت متفاوت هستند

↲ قابل اندازه گیری

چیزی که ما حس می کنیم

★ فاصله زیاد شود بسامد و ارتفاع ثابت / $I \propto \frac{1}{r^2}$، شدت و بلندی کاهش

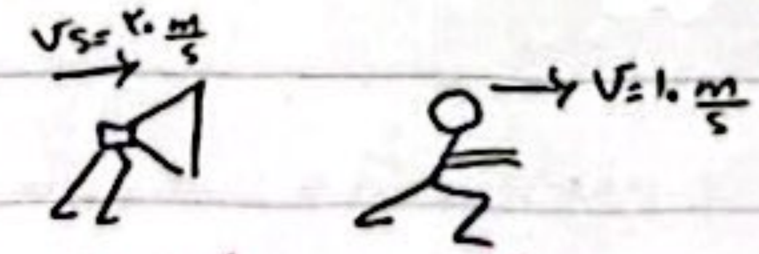
— دوپلر:


$f_1 > f_2$
دریافتی f_1
$V_s = 0$
f_2
متحرک
λ_1
ثابت
λ_2
V_s
λ_2
λ_1

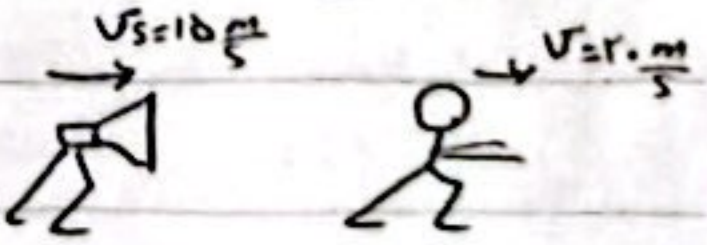
$\lambda_1 = \lambda_2$

$\lambda_2 > \lambda_1$

▲ طول موج فقط به حرکت منبع صوت بستگی دارد.


$V_s = 20 \frac{m}{s}$
$V = 10 \frac{m}{s}$

فرکانس صدایی که شخص می شنود افزایش می یابد


$V_s = 15 \frac{m}{s}$
$V = 20 \frac{m}{s}$

فرکانس برای شخص کاهش می یابد

★ هرگاه شخص و منبع صوت بهم نزدیک شوند f افزایش می یابد

★ " " " از هم دور شوند f کاهش می یابد

بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهای در گستره‌ی 2000Hz تا 5000Hz است.

گوش انسان قادر به شنیدن تن های صدای 20Hz تا 20000Hz است.

چشمه صوت دارای حرکت شتابدار f_s و شخص ساکن f_0

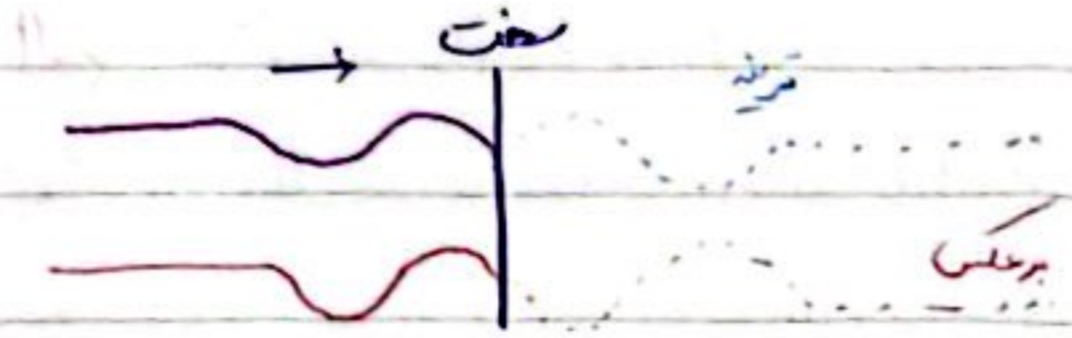
۱- چشمه به ناظر نزدیک شود ← چشمه تند شونده: $f_0>f_s$ و f_0 در حال افزا

↲ چشمه کند شونده: $f_0>f_s$ و f_0 در حال کاهش

۲- چشمه از ناظر دور شود ← چشمه تند شونده: $f_0<f_s$ و f_0 در حال کاهش

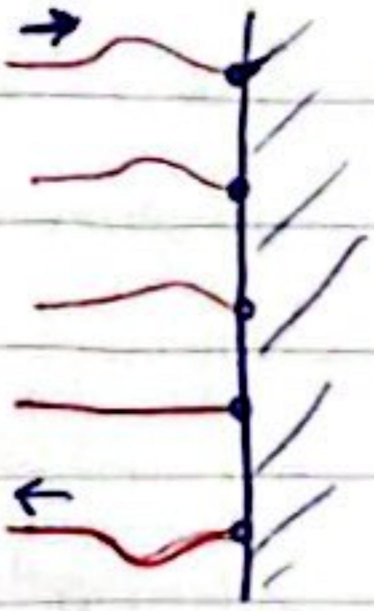
↲ چشمه کند شونده: $f_0<f_s$ و f_0 در حال افزایش

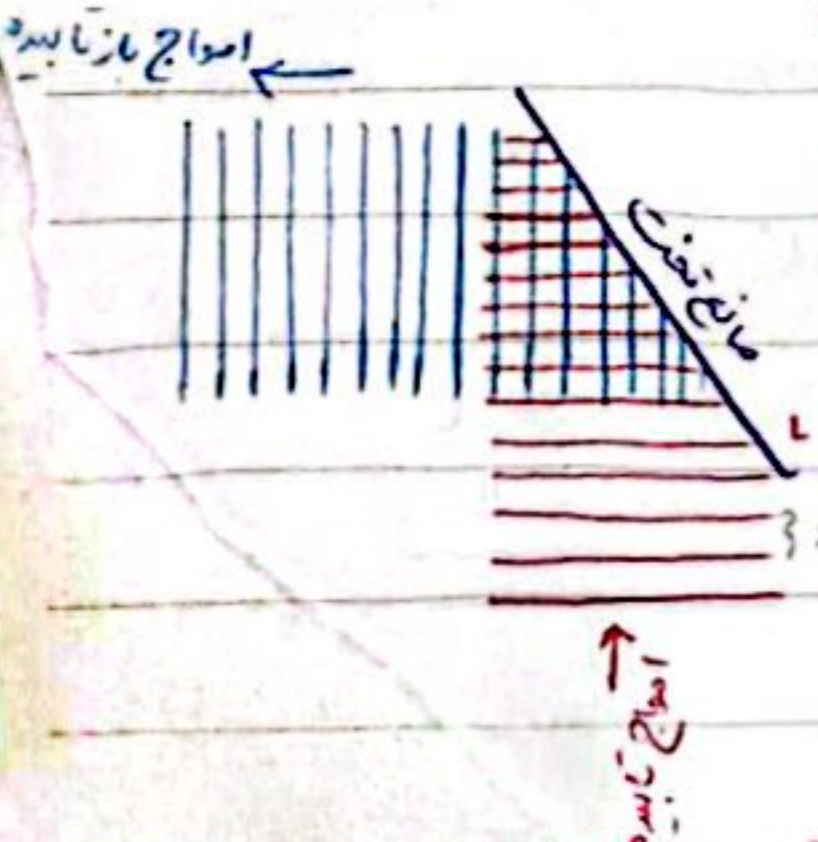
- بازتاب :



سخت
قرینه
برعکس

بازتاب در یک بعد :

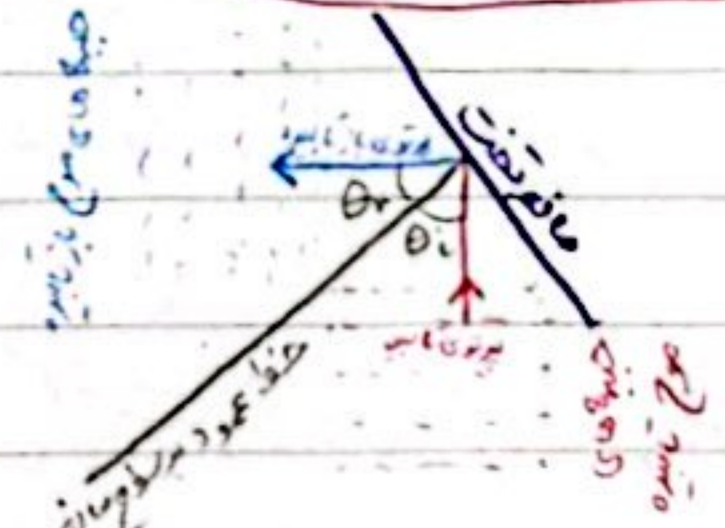




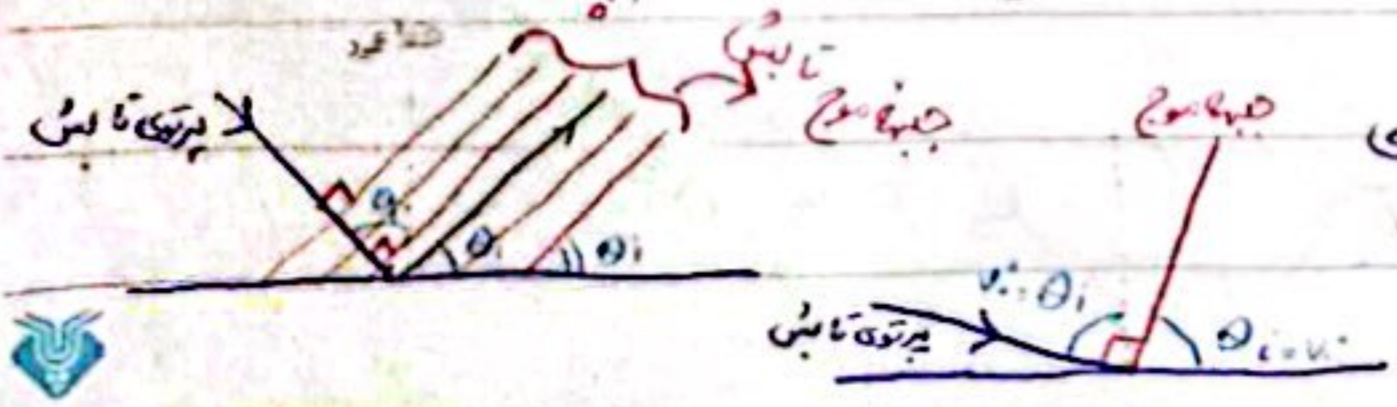
امواج بازتابیده
مانع تخت
L
λ
امواج تابیده

$L > \lambda$

بازتاب در دو بعد :



جبهه های موج بازتابیده
پرتوی بازتابیده
مانع تخت
θ_r
θ_i
پرتوی تابیده
خط عمود بر سطح مانع
جبهه های موج تابیده



پرتوی تابش
خط عمود
تابش
جبهه موج
θ_i
θ_i
جبهه موج
$90-\theta_i$
پرتوی تابش
θ_i

قانون بازتاب عمومی

$$\theta_i = \theta_r$$

- بازتاب امواج در سه بعد : بازتاب امواج صوتی از همان قانون بازتاب عمومی پیروی می کند

✗ بیشترین بلندی دریافتی به ازای برابر بودن زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش حاصل می شود.

- پژواک : اگر صوت پس از بازتاب با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیم بشنود ← پژواک

اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از ۰/۱s باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

① مکان یابی پژواکی روشی که براساس امواج صوتی بازتابیده از جسم، مکان آن جسم تعیین می شود.

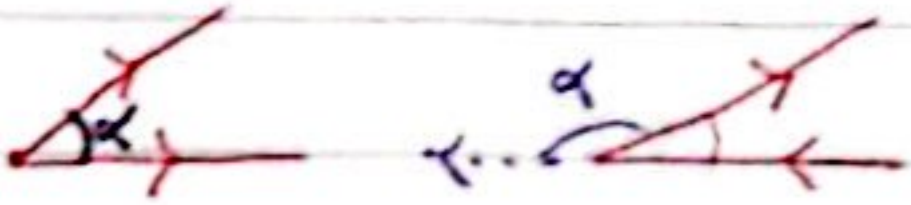
② مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر در تعیین مکان اجسام و تندی آن ها.

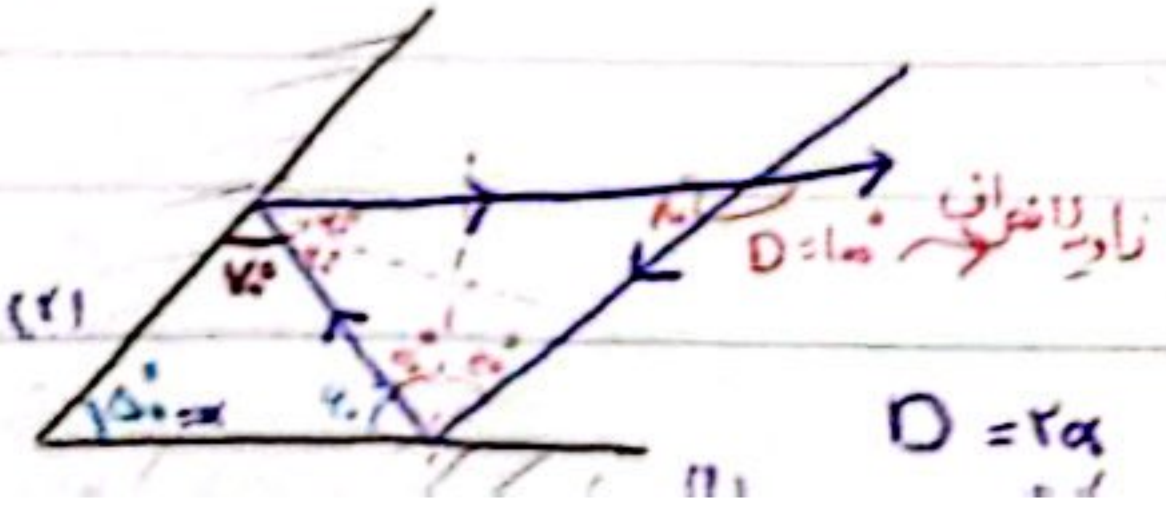
✗ مکان یابی پژواکی
- امواج مکانیکی: تندی شارش خون و دستگاه سونار
- امواج الکترومغناطیسی، اجاق خورشیدی و رادار دوپلری

- بازتاب امواج الکترومغناطیسی : مکان یابی پژواکی ← رادار دوپلری

بازتابش
- آینه ای یا منظم ← بازتابش یک دسته پرتو فقط در یک جهت سطح هموار $\lambda >$ ابعاد ناهمواری
- پخشنده یا نامنظم ← بازتابش یک دسته پرتو در جهت های مختلف سطح ناهموار $\lambda <$ ابعاد ناهمواری

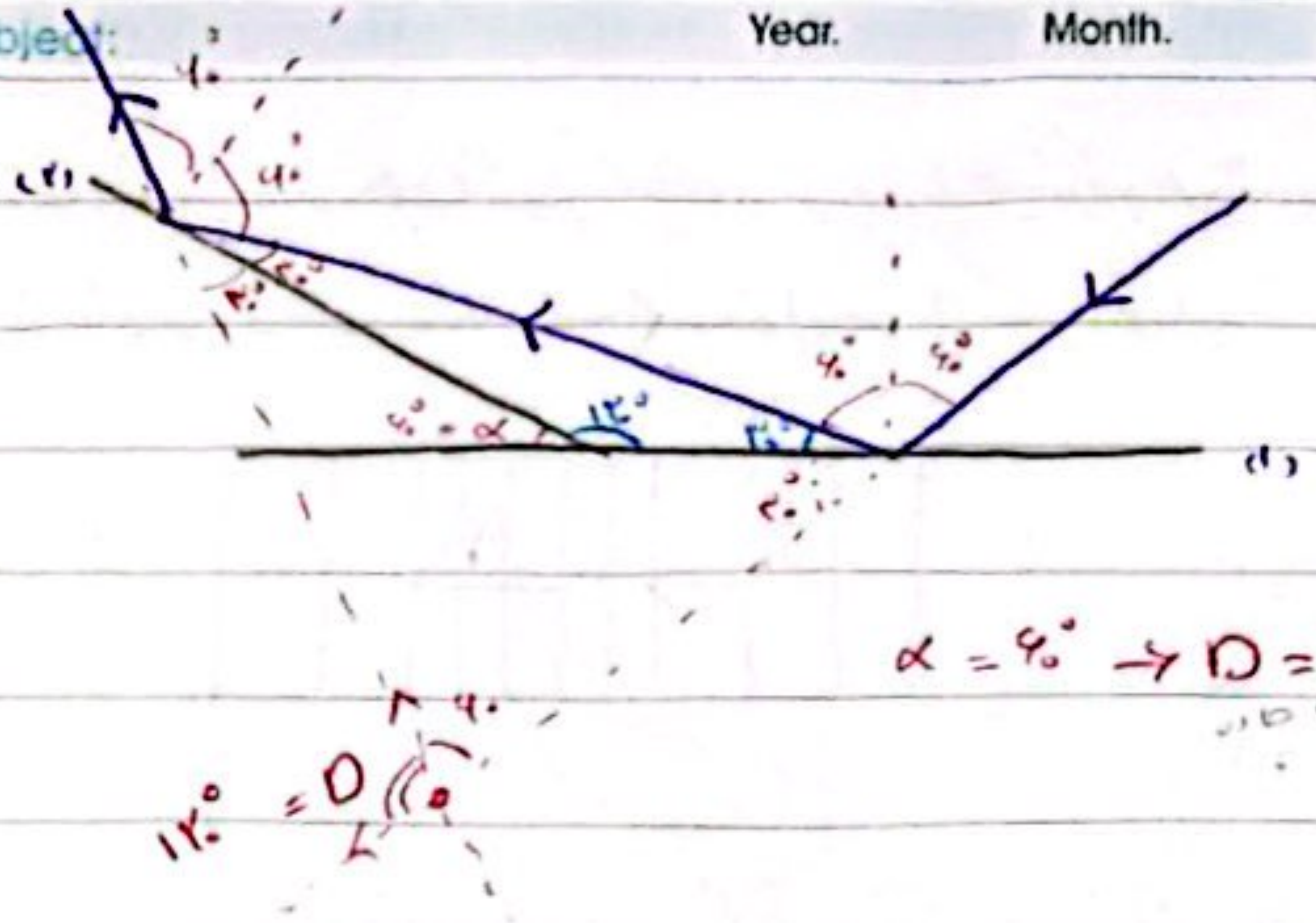
زاویهٔ انحراف :





D = ۲α

Subject: Year. Month. Day.



(۱)
(۲)
۳۰
۶۰
۱۲۰
۶۰ = α
۳۰
۶۰
۱۲۰° = D

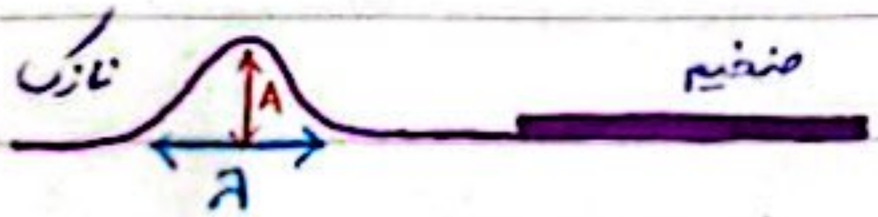
$\alpha = ۶۰° \rightarrow D = ۲\alpha = ۱۲۰°$

- برهم‌کنش امواج با محیط ← بازتاب

← شکست : جهت پیشروی موج براثر ورود به محیط جدید، تغییر می‌کند.

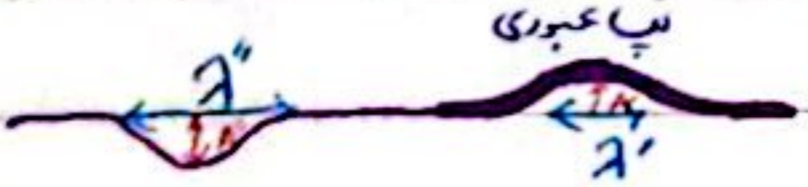
- وقتی موج به مرز جدای دو محیط می‌رسد، بخشی از آن بازتابیده می‌شود و بخشی دیگر عبور می‌کند که این افزون بر جذب موج است.

$\uparrow \mu = \frac{m \uparrow}{L \text{ ث}} \quad \swarrow V = \sqrt{\frac{F \text{ ث}}{\mu \nearrow}}$



نازک
ضخیم
A
λ

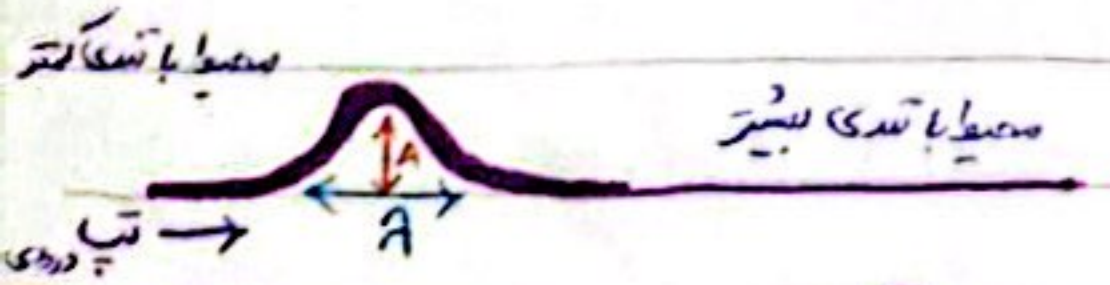
$\swarrow \lambda = \frac{V \swarrow}{f \text{ ث}} \rightarrow \lambda' < \lambda$



تپ عبوری
λ''
A''
A'
λ'

$\lambda'' = \lambda$ جرم محیط تغییر نکرده

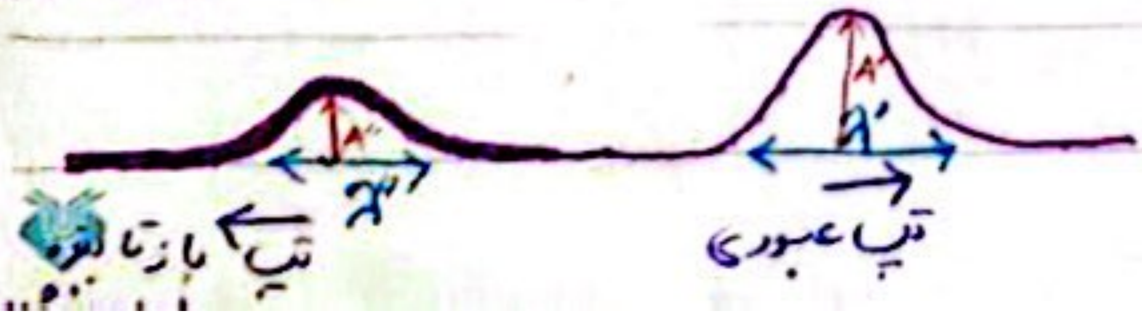
$A' < A \ , \ A'' < A \ , \ A' < A''$



محیط با تندی کمتر
محیط با تندی بیشتر
A
λ
تپ ورودی

$\uparrow V = \sqrt{\frac{F \text{ ث}}{\mu \swarrow}}$

$\nearrow \lambda = \frac{V \nearrow}{f \text{ ث}}$



A''
λ''
تپ بازتابی
A'
λ'
تپ عبوری

$\lambda' > \lambda \ , \ \lambda'' = \lambda$

$A' > A$

$A'' < A$

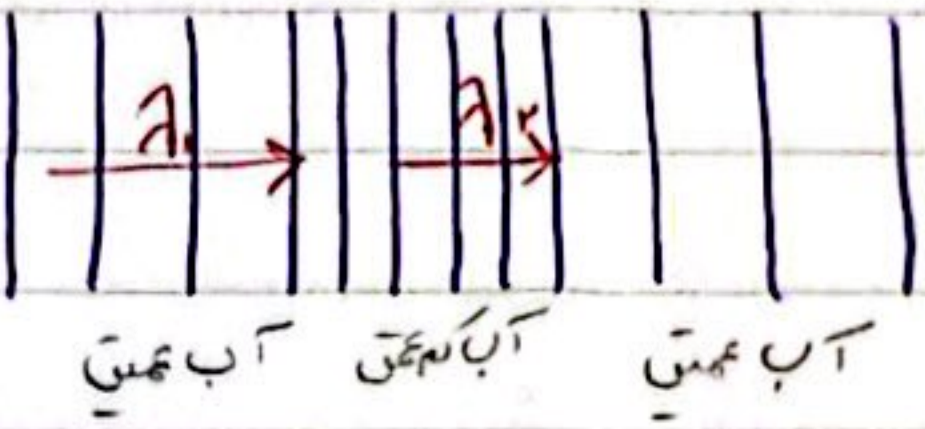
Subject: Year. Month. Day.

☆ آن بخش از جبههٔ موج که زودتر به ناحیهٔ کم عمق می رسد، چون با تندی کمتر حرکت می کند ⟵ طول موج کاهش

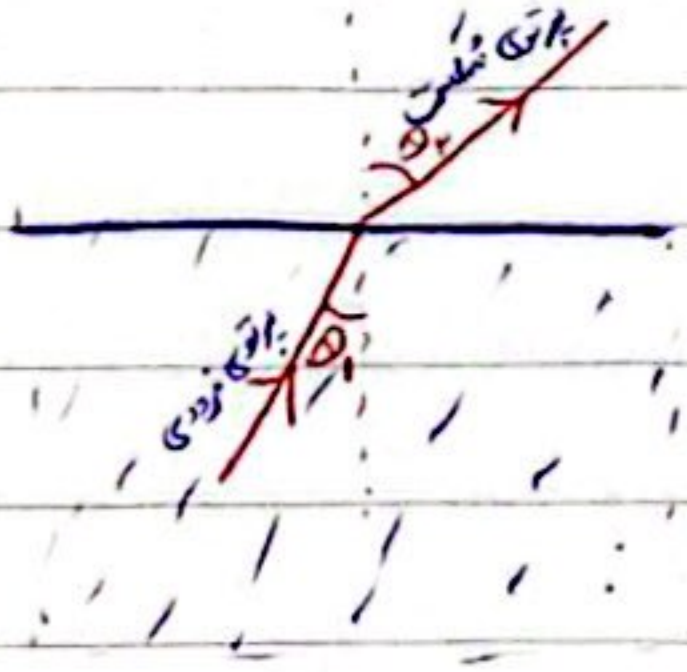
θ_i زاویه تابش

θ_2 زاویه شکست

$\lambda_2 < \lambda_1$



بدون انحراف $\theta_i = \theta_r = 0 \Leftarrow$ عمودی تابید



$\theta\uparrow \quad v\uparrow \quad \lambda\uparrow$ (f ثابت)

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

(قانون شکست عمومی)

- شکست امواج الکترومغناطیسی :

تعریف ضریب شکست : $n = \frac{\text{تندی نور در خلأ}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{\overset{3\times10^{8}}{c}}{v}$

☆ ضریب شکست همواره بزرگتر یا مساوی 1 است. (که 1 مربوط به خلأ)

$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ (قانون شکست اسنل)

قانون شکست عمی

$$\underbrace{\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2}}$$

فقط برای امواج الکترومغناطیسی

$\downarrow v = \frac{\overset{\text{ث}}{c}}{n\uparrow}$

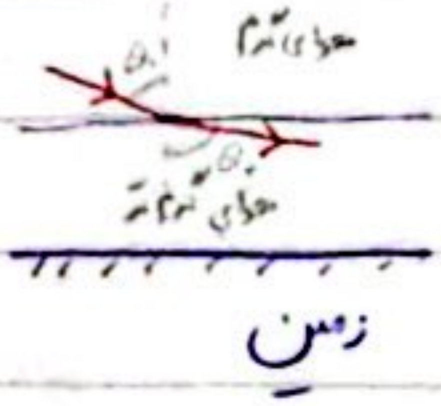
Subject: Year. Month. Day.

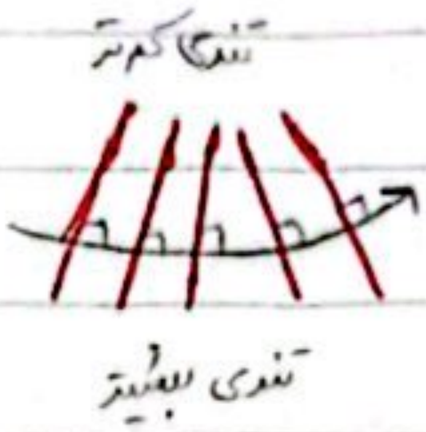
موج الکترومغناطیسی : خلأ $\xrightarrow{v\downarrow}$ محیط مادی ($n\uparrow$ غلیظ)

صوت (مکانیکی) : محیط رقیق (آب) $\xrightarrow{v\uparrow}$ محیط غلیظ (شیشه)

- دما $\uparrow$ $n\downarrow$ (رقیق‌تر)

(مانند پدیدهٔ سراب)


هوای گرم
هوای گرم‌تر
زمین


تندی کم‌تر
تندی بیشتر

هوا رقیق $n_2 < n_1$ $v_2 > v_1$ $\theta_2 > \theta_1$

★ عبور نورهای آبی، قرمز و زرد از شیشه:

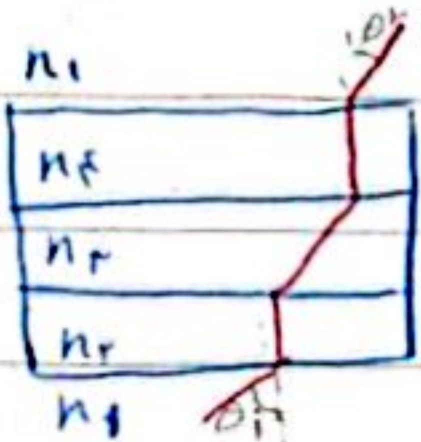
$n_{\text{قرمز}} < n_{\text{آبی}}$ $v_{\text{قرمز}} > v_{\text{آبی}}$ $\lambda_{\text{قرمز}} > \lambda_{\text{آبی}}$

$\Delta v_{\text{قرمز}} < \Delta v_{\text{آبی}}$

★ در خلأ: $v_{\text{آبی}} = v_{\text{قرمز}} = c$

$n\uparrow$ شکست نور $\uparrow$ (انحراف بیشتر)

$n_{\text{ب}} > n_{\text{ز}} > n_{\text{ق}}$


n_1
n_4
n_3
n_2
n_1
θ_2
θ_1

$n_1 \sin\theta_i = n_1 \sin\theta_r$

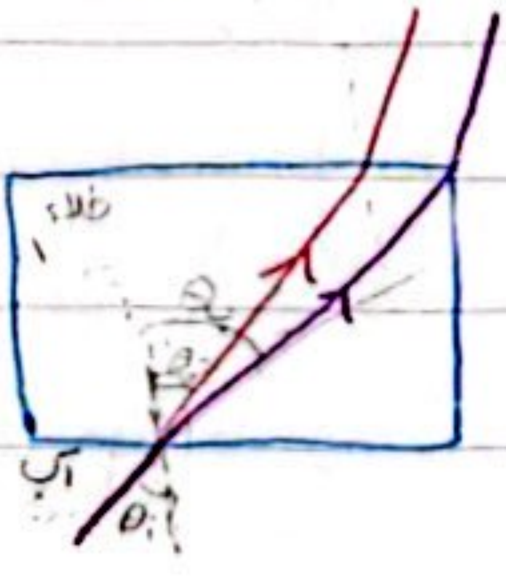
$\theta_i = \theta_r$

$\theta_{\text{ب}} > \theta_{\text{ق}} \rightarrow$ انحراف بیشتر

$v_{\text{ق}} > v_{\text{ب}} \rightarrow \lambda_{\text{ق}} > \lambda_{\text{ب}}$

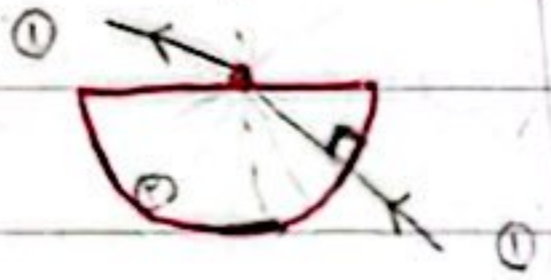
$\Delta v_{\text{ب}} > \Delta v_{\text{ق}}$

در کل $\theta\uparrow$ $v\uparrow$


خلأ
آب
θ_1

☆ زاویه بین جبهه های موج با سطح جدایی دو محیط برابر زاویه بین پرتو و خط عمود بر نقطهٔ تابش است.

☆ هرگاه پرتوی نور وارد نیم کره یا نیم استوانه ای شود و امتداد آن از مرکز بگذرد، پرتو در امتداد شعاع حرکت کرده و بر سطح نیم کره عمود است و هنگام ورود یا خروج منحرف نمی شود.



☆ در آینه های متقاطع، پس از هر بار بازتابش، زاویه تابش به اندازهٔ زاویه بین دو آینه کاهش می یابد.

مثال) زاویهٔ تابش: °۷۸، پرتو پس از ۴ بار بازتابش، زاویه بین دو آینه (α)

$۷۸ - ۴\alpha = ۰$ $\alpha = ۱۹٫۵°$

۱ $۶۰ - ۲\alpha + ۹۰ = \alpha$

$\theta_۱ - ۱۲۵ = -\theta_۲$

$\cancel{\theta_۱} + \theta_۲ = ۱۲۵$

$-\cancel{\theta_۱} + \theta_۲ = ۱۵$

$۲\theta_۲ = ۱۴۰$

$\theta_۲ = ۷۰$

☆ بیشترین تندی متوسط ← نوسانگر در دو طرف نقطه تعادل باشد

☆ کم ترین تندی متوسط ← نوسانگر در دو طرف نقطه های بازگشتی باشد

☆ کوتاه ترین زمان برای طی مسافت حول نقطه تعادل است.

- حرکت شناسی -

Subject: Year. Month. Day.

سرعت $\blacktriangle v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

تندی $s = \frac{\Delta d}{\Delta t}$

در حالت کلی

$v_{av} = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ← برای کلیه حرکت‌ها → $a_{av} = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

در حرکت شتاب دار ثابت

$\boxed{\bar{v} = \frac{v + v_0}{2}}$

شتاب ثابت $\boxed{a = \bar{a}}$

① $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v + v_0}{2}$

$\boxed{\Delta x = \bar{v} \times \Delta t}$

② $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

②' $\Delta v = a \cdot \Delta t$

②'' $\Delta t = \left| \frac{\Delta v}{a} \right|$

سرعت متوسط

① $v_{av} = \bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$ یا $\frac{v_1 + v_2}{2}$

▲ ② $\Delta v = v - v_0$ یا $v_2 - v_1$

تغییرات سرعت

▲ اخطار!

فرمول مستقل از زمان :
(v و t نداریم)

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

بهتر

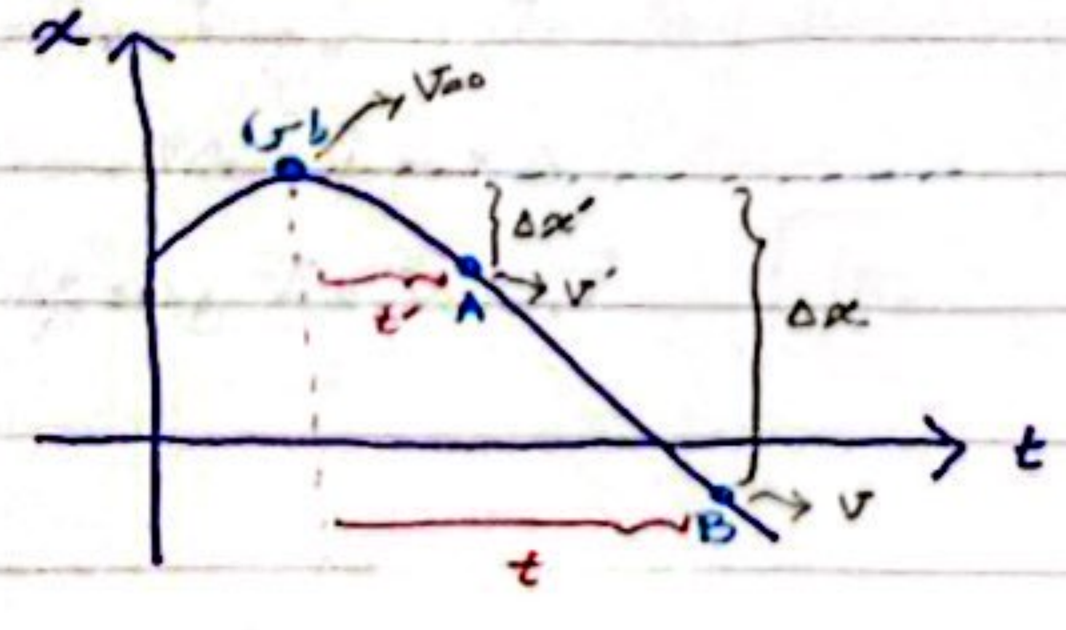
فرمول رادیکاله ،

جهت حرکت

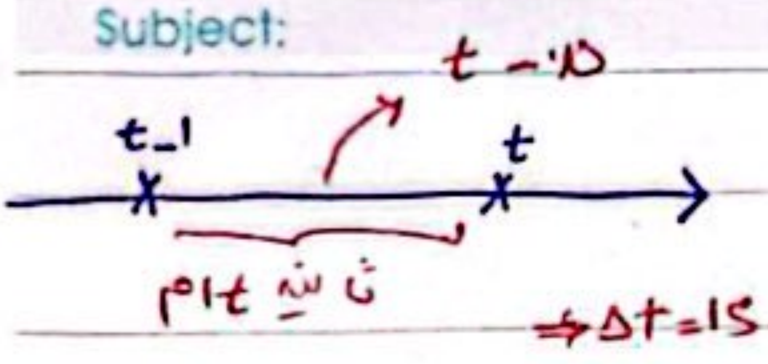
v بزرگ تر

$v = \pm\sqrt{v_0^2 \pm 2 \cdot a \cdot \Delta x}$

v کوچک تر



$$\frac{t'}{t} = \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{\Delta x'}{\Delta x}}$$

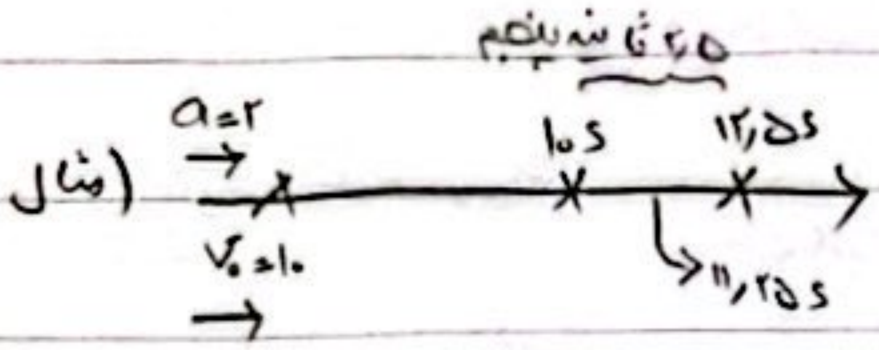

t-۰/۵
t-۱
t
ثانیه t ام

$\Rightarrow \Delta t = 1s$

$$\Delta x = \bar{v} \times \Delta t$$

$$\Delta x = \underbrace{\left((t-0/5)a + v_0\right)}_{\bar{v}} \times \underbrace{1}_{\Delta t}$$

مثال)


۲/۵ ثانیه پنجم
a=۲
v₀=۱۰
۱۰s
۱۲/۵s
۱۱/۲۵s

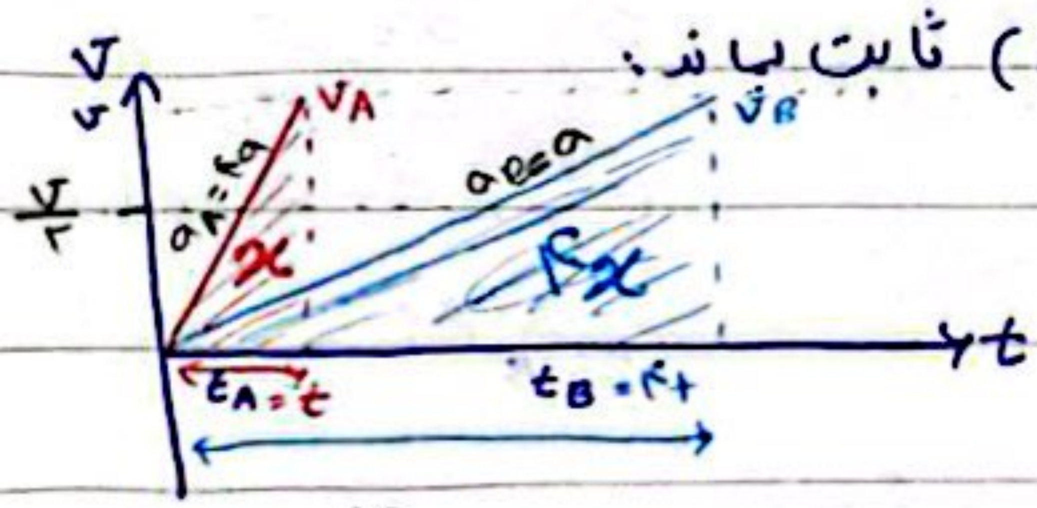
Δx در ۲/۵s پنجم؟

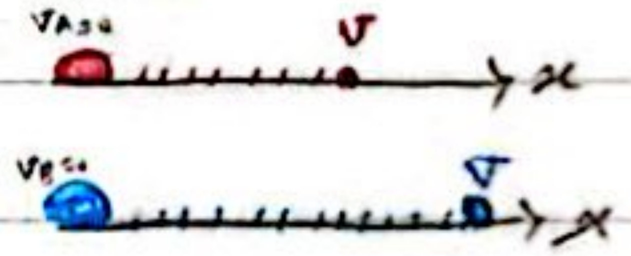
$۲/۵ \times ۵ = ۱۲/۵$

از ۱۰ تا ۱۲/۵

$$\Delta x = (۱۱/۲۵ \times ۲ + ۱۰) \times ۲/۵$$

★ اگر اندازهٔ تغییر سرعت (ΔV) ثابت بماند:



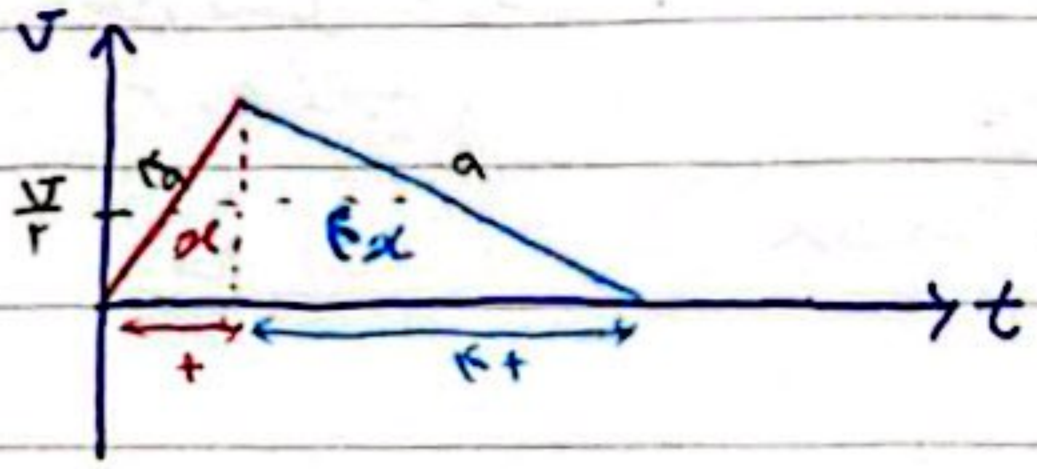

V_A=0
V
x
V_B=0
V
x

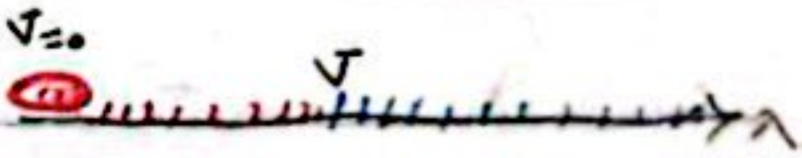
$$\overset{ث}{\Delta V} = \overset{۴\,برابر}{\nearrow a} \cdot \Delta t \swarrow \tfrac{1}{۴}$$

$$\tfrac{1}{۴} \swarrow \Delta x = \overset{ث}{\bar{V}} \cdot \Delta t \swarrow \tfrac{1}{۴}$$

$$\overset{ث}{\Delta V_A} = \overset{ث}{\Delta V_B}$$

$$\bar{V}_A = \bar{V}_B$$





$$|\Delta V| = a \cdot \Delta t$$

$$\bar{V}_A = \bar{V}_B = \bar{V}_{کل} = \frac{0+V}{۲} = \frac{V}{۲}$$

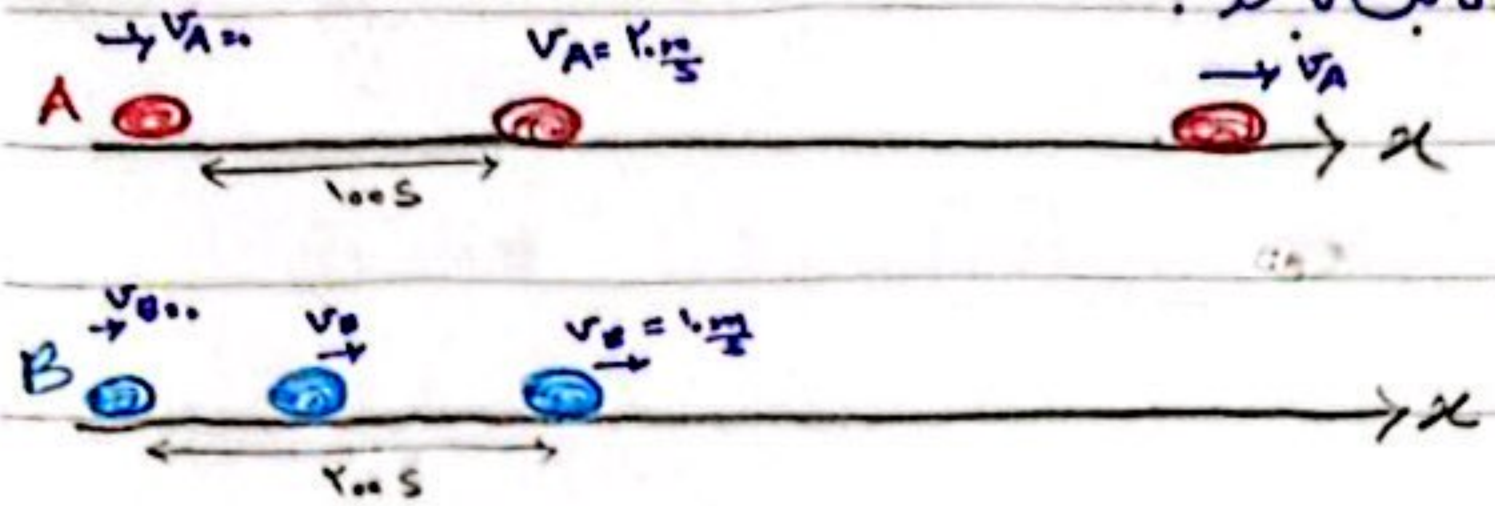
$$\Delta x = \bar{V} \cdot \Delta t$$

$$\bar{V}_1 = \bar{V}_2 = \bar{V}_{کل} = \frac{V}{۲}$$

$$\begin{cases} ① \ \Delta V = V_1 - 0 \\ ② \ \Delta V = 0 - V_1 \end{cases}$$

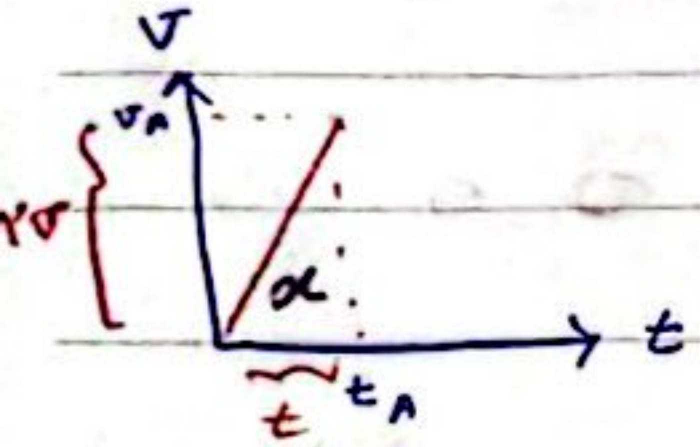
$a_A = ۴ a_B$

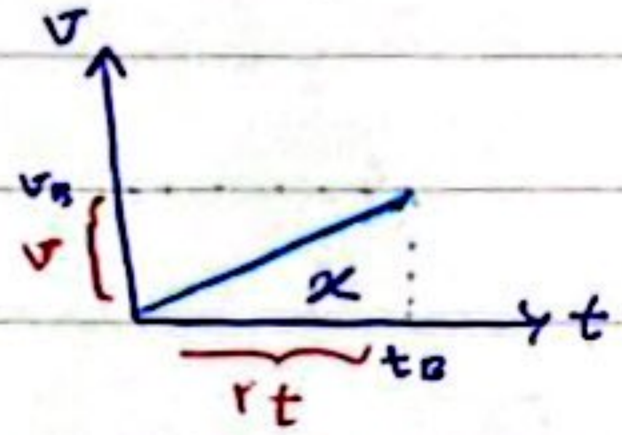
★ اگر Δx ثابت باشد :


A
$\vec{v}_A = 0$
$v_A = ۲۰ \frac{m}{s}$
$\vec{v}_A$
x
۱۰۰ s
B
$\vec{v}_B = 0$
$\vec{v}_B$
$v_B = ۱۰ \frac{m}{s}$
x
۲۰۰ s

$$\overset{ث}{\Delta x} = \frac{0 + v}{۲} \times t = \frac{\overset{\text{۲ برابر}}{v} \cdot \overset{\frac{۱}{۲}\text{ برابر}}{t}}{\underset{ث}{\boxed{۲}}}$$

$$\overset{ث}{\Delta x} = \overset{ث}{\boxed{\frac{۱}{۲}}} \overset{\text{۴ برابر}}{a} t^{۲} \rightarrow \frac{۱}{۲}\text{ برابر}$$





$a_A = \frac{۲v}{t}$

$a_B = \frac{v}{۲t}$

$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{\frac{۲v}{t}}{\frac{v}{t}} = ۴ ✓$$

★ متحرک اول ۲ ثانیه زودتر به خط پایان می‌رسد :

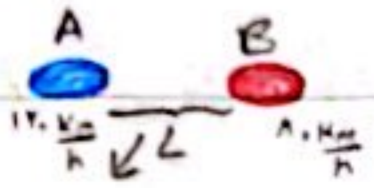
$t_۲ - t_۱ = ۲$

← $t_۱$ زرنگ‌تر

$$\frac{t_۲}{t_۱} = \frac{v_۱}{v_۲}$$

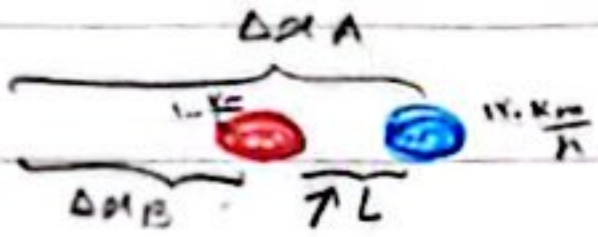
$$\sqrt{\frac{a_۲}{a_۱}} = \frac{t_۱}{t_۲}$$

★ حرکت نسبی :

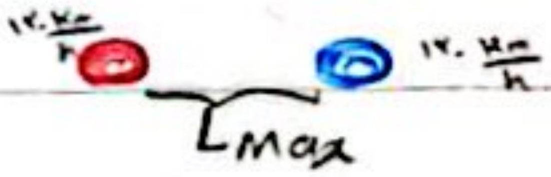

A
B
۱۲۰ km/h
↙L
۸۰ km/h

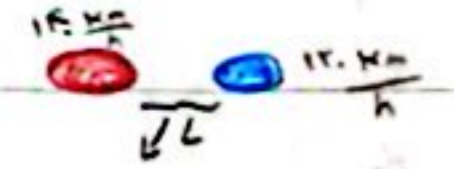
$\boxed{t_1}$ $L=0$ $x_A = x_B$

$V_{\text{نسبی}} = V_A - V_B = ۴۰ \frac{km}{h}$

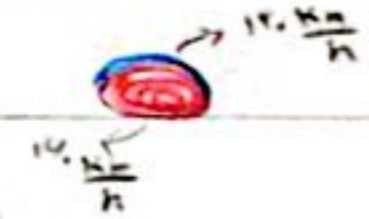

ΔxA
۸۰ km/h
۱۲۰ km/h
ΔxB
↗L

$\boxed{t_s}$ $V_{\text{نسبی}} = 0 , V_A = V_B$

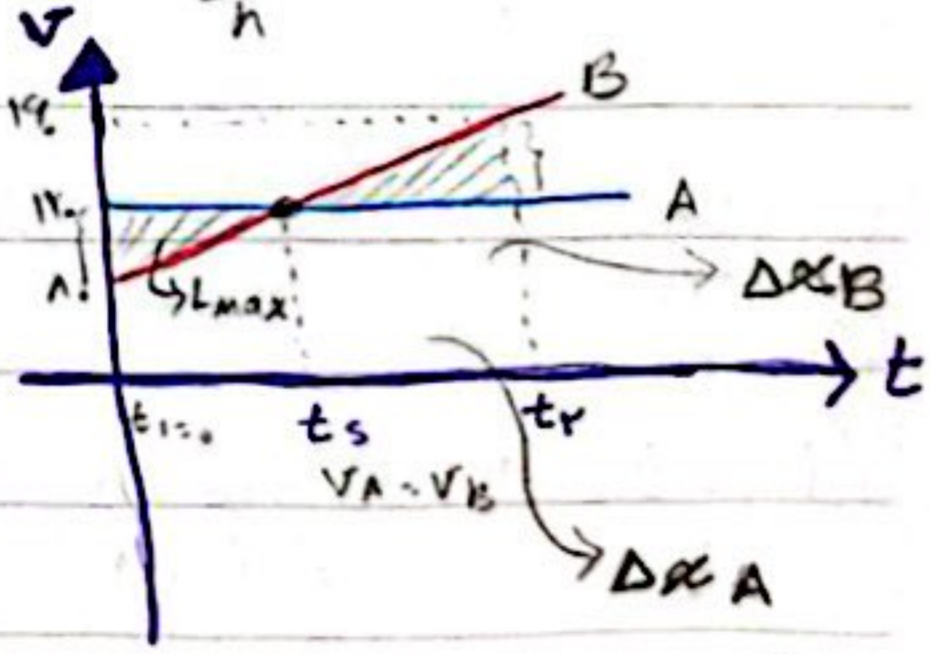

۱۲۰ km/h
۱۲۰ km/h
L max


۱۶۰ km/h
۱۲۰ km/h
↙L

$L=0 , \boxed{t_2} , x_A = x_B$


۱۲۰ km/h
۱۶۰ km/h

$V_B - V_A = ۴۰ \frac{km}{h}$



$t_s = \frac{t_1 + t_2}{2}$

$t_2 : \Delta x_A = \Delta x_B$

- فیزیک اتمی -

$\underset{J}{E} = \overset{\text{ثابت}}{h} . f$ انرژی فوتون — $E = n.h.f$ انرژی موج

$h.f = h.\frac{c}{\lambda} \xrightarrow{} hc = ۱۲۴۰\, eV \cdot nm$

$\underset{۴٫۱۴\times ۱۰^{-۱۵} \leftarrow}{h}$, $\lambda \rightarrow nm$

★ افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتون ها و افزایش فوتوالکترون ها می شود، اما انرژی جنبشی فوتوالکترون ها بدون تغییر می ماند. ←

$\text{انرژی جنبشی} \leftarrow K = hf - W \rightarrow \text{تابع کار}$

$۱eV = ۱۶\times ۱۰^{-۲۰} J$

$h = ۶٫۶۲۳\times ۱۰^{-۳۴} J.s \longrightarrow h = ۴٫۱۴\times ۱۰^{-۱۵} eV.s$

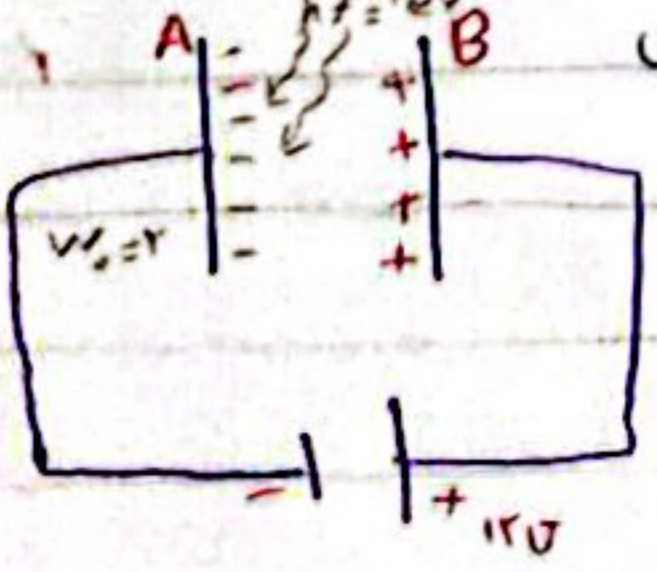
$\Rightarrow hc = ۱۲۴۰\, eV.nm$

$h = ۴\times ۱۰^{-۱۵} eV.s \Rightarrow hc = ۱۲۰۰\, eV.nm$ ⚠

★ تابع کار = W_0 = حداقل کار لازم برای جداسازی الکترون

$\underset{\text{رسانا تر}}{R\swarrow}$ $W_0 \swarrow$ $f \swarrow$

مثال) مطابق شکل زیر، با فوتون های به طول موج ۴۰۰nm، صفحه A را تحت تابش قرار می دهیم. اگر حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون ها از صفحهٔ A برابر $۳۲\times ۱۰^{-۲۰} J$ باشد، انرژی جنبشی فوتوالکترون ها در نزدیکی صفحهٔ B؟



$E_{\text{هر فوتون}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۱۲۰۰}{۴۰۰} = ۳eV$

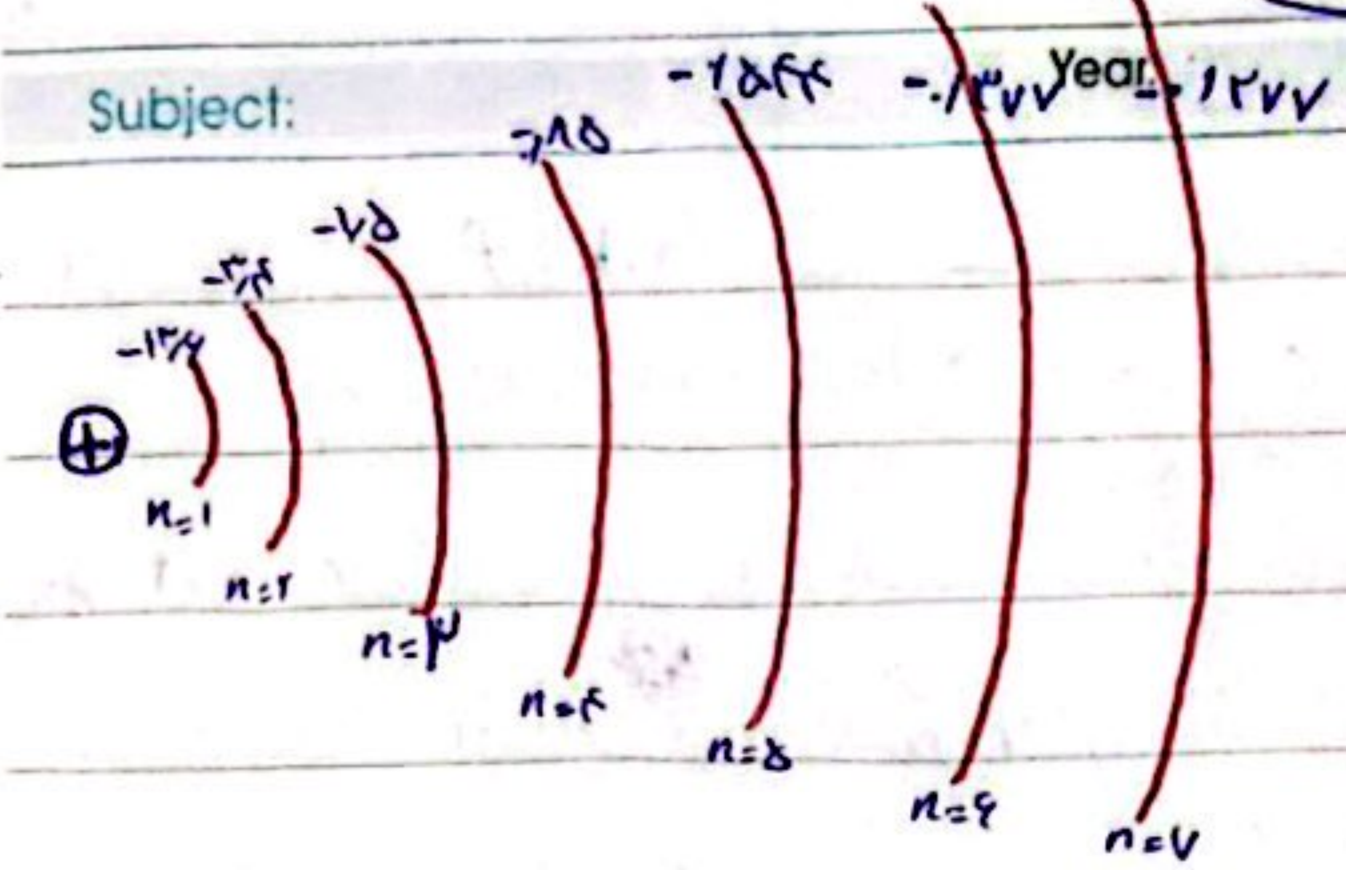
$W_0 = \frac{۳۲\times ۱۰^{-۲۰}}{۱۶\times ۱۰^{-۲۰}} = ۲eV$

$K_A = ۳ - ۲ = ۱ eV$

$|\Delta U| = q.\Delta V = ۱\times ۱۲ = ۱۲eV$

$\Delta U = -۱۲eV \rightarrow \Delta K = +۱۲eV$

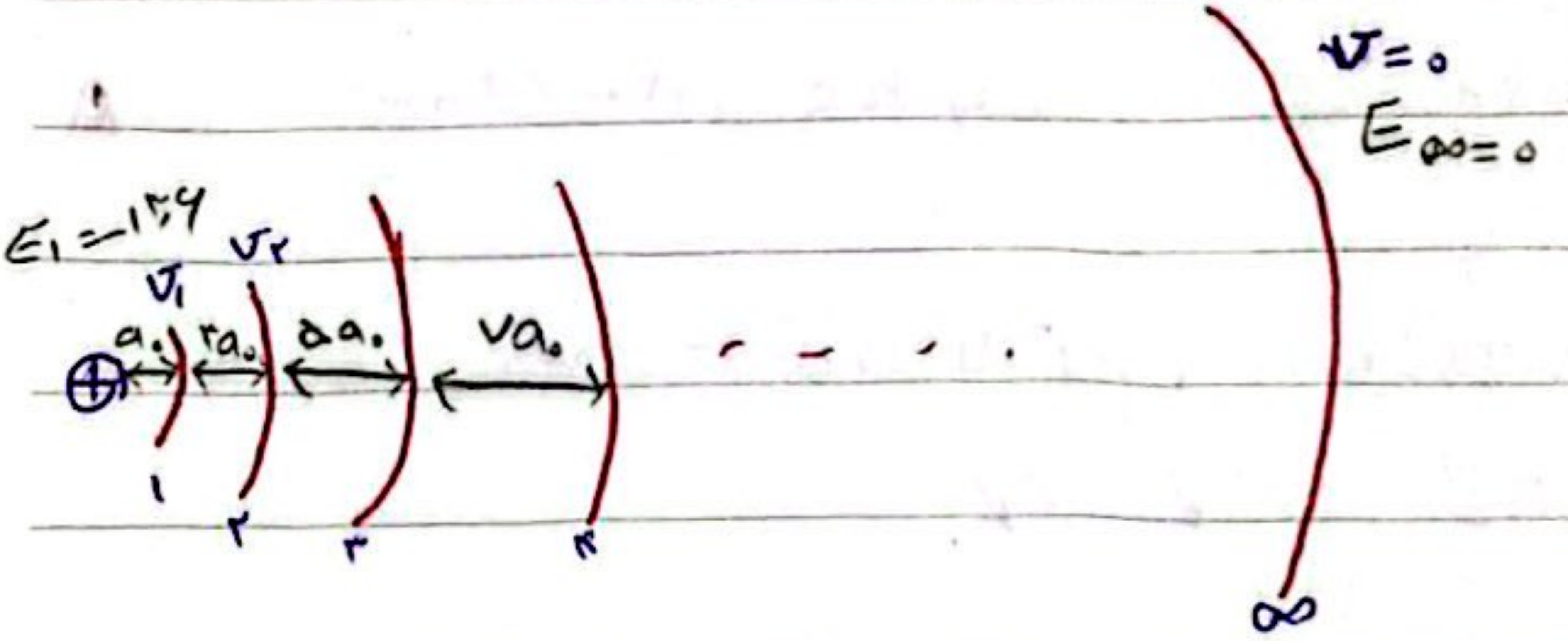
$K_B = ۱ + ۱۲ = \boxed{۱۳eV}$


-۱۳٫۶
-۳٫۴
-۱٫۵
-۰٫۸۵
-۰٫۵۴۴
-۰٫۳۷۷
-۰٫۲۷۷
n=1
n=2
n=3
n=4
n=5
n=6
n=7

$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \rightarrow n=۲ \Rightarrow E_۲ = \frac{-۱۳٫۶eV}{۴} = -۳٫۴eV$

$\downarrow$

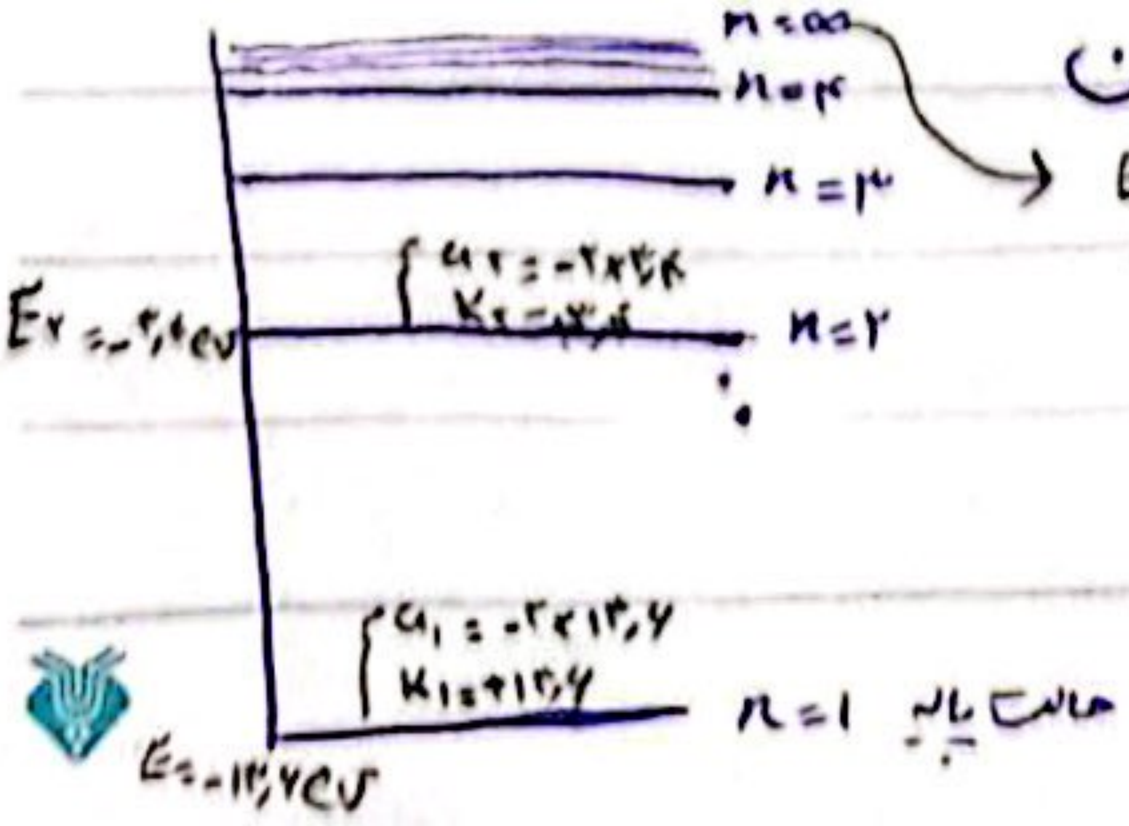
$E_۲ = -\frac{۱}{۴}$ ریدبرگ


v=0
E∞=0
E1=-۱۳٫۶
v2
v1
a0
۳a0
۵a0
۷a0
۱
۲
۳
۴
∞

$v_۱ > v_۲$ $\quad r_n = a_0 n^۲ \rightarrow r_۴ = ۱۶a_0$

شعاع بور $a_0 = ۰٫۵ A° = ۰٫۵ \times ۱۰^{-۱۰} m$

★ کم‌ترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه به بالاترین حالت برانگیخته (n=∞) مقدار ۱۳٫۶eV انرژی باید مصرف کرد = انرژی یونش الکترون


n=∞
n=4
n=3
n=2
n=1
E2=-۳٫۴eV
U2=-۲×۳٫۴
K2=+۳٫۴
U1=-۲×۱۳٫۶
K1=+۱۳٫۶
E1=-۱۳٫۶eV
حالت پایه

$E_\infty = 0$

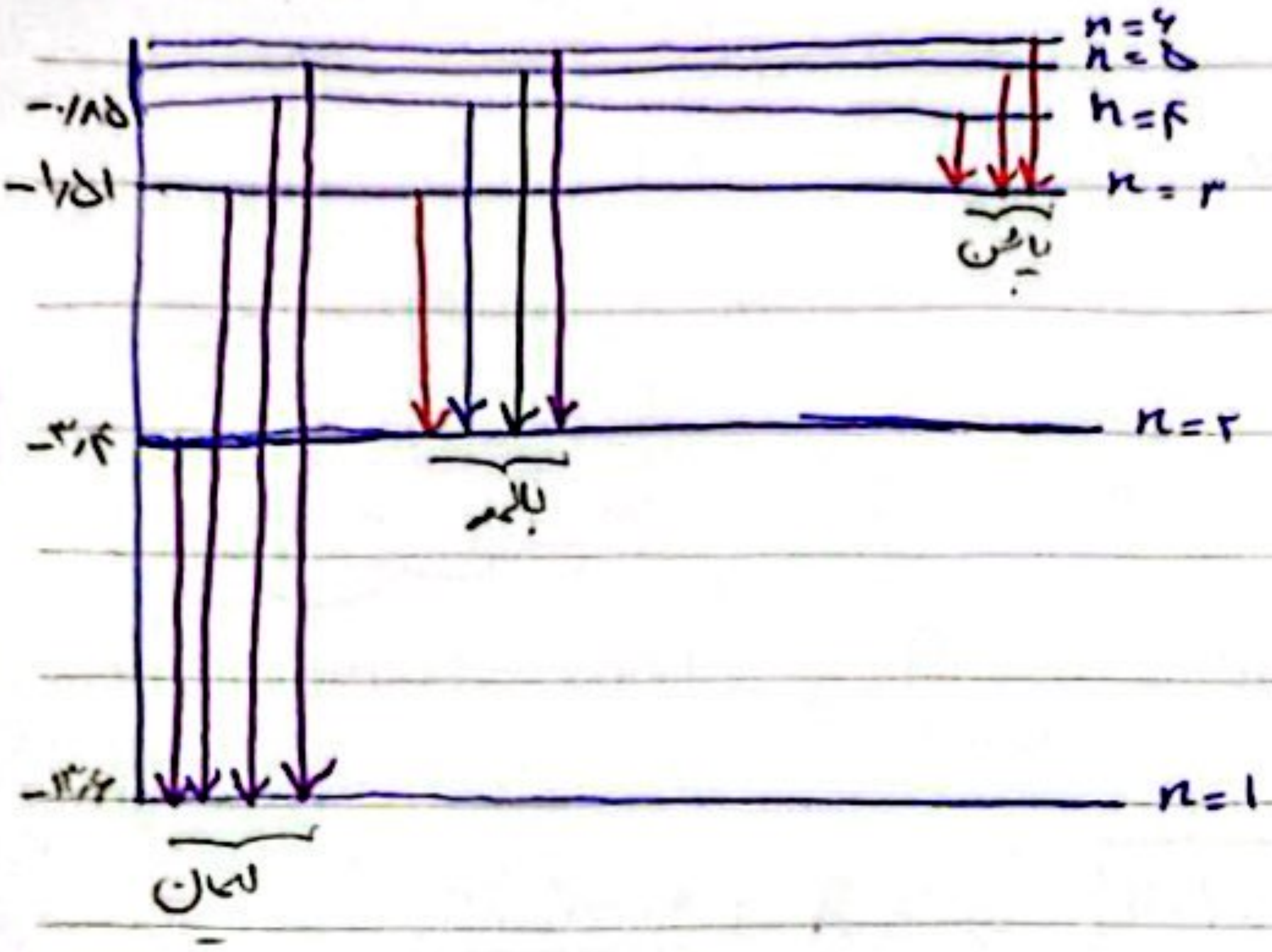
$K_\infty = 0$

$U_\infty = 0$

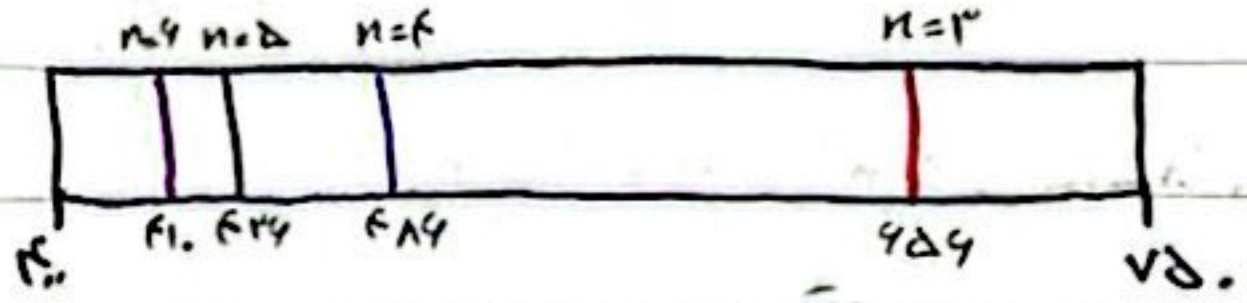
$V_\infty = 0$

K_1 و V_1 زیاد

* با افزایش n انرژی های حالت های برانگیخته به هم نزدیک می‌شوند.



n=6
n=5
n=4
n=3
n=2
n=1
-0.85
-1.51
-3.4
-13.6
پاشن
بالمر
لیمان



n=6
n=5
n=4
n=3
410
434
486
656
400
750

نام طیف	مقدار n'	رابطه	مقدار های n	ناحیه	
لیمان	۱	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{1}-\frac{1}{n^2})$	۲، ۳، ۴، ...	فرابنفش	لیلا
بالمر	۲	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{4}-\frac{1}{n^2})$	۳ و ۴ و ۵ و ...	فرابنفش و مرئی	بابا
پاشن	۳	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{9}-\frac{1}{n^2})$	۴ و ۵ و ۶ و ...	فروسرخ	پاشو
براکت	۴	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{16}-\frac{1}{n^2})$	۵ و ۶ و ...	فروسرخ	برو
پفوند	۵	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{25}-\frac{1}{n^2})$	۶ و ۷ و ...	فروسرخ	پفک بخر

Subject: Year. Month. Day.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^{۲}} - \frac{1}{n^{۲}}\right)$$

nm ← λ

$$R = ۰/۰۱۰۷\ (nm)^{-1} \xrightarrow{} ۰/۰۱ \qquad \nearrow ۰/۰۱۱$$

$$\frac{1}{\lambda} = ۰/۰۱\left(\frac{1}{n'^{۲}} - \frac{1}{n^{۲}}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{۱۰۰\, n^{۲} . n'^{۲}}{n^{۲} - n'^{۲}}$$

$\boxed{R = ۰/۰۱}$

$\lambda_{min} = ۱۰۰\, n'^{۲}$ $\qquad$ E_{max} $(n \to \infty)$

لیمان $\lambda_{min} = ۱۰۰ \times ۱ \simeq ۱۰۰\, nm$

$$\boxed{R = ۰/۰۱۰۷ \text{ تا } ۰/۰۱۱} \rightarrow \lambda = \frac{۹۱\, n^{۲} . n'^{۲}}{n^{۲} - n'^{۲}}$$

بالمر $\lambda_{min} = ۹۱ n'^{۲} = ۹۱ \times ۲^{۲} = ۳۶۴\, nm$

فراوانی : ${}^{۱}_{۱}H > {}^{۲}_{۱}H > {}^{۳}_{۱}H > {}^{۵}_{۱}H > {}^{۶}_{۱}H > {}^{۴}_{۱}H > {}^{۷}_{۱}H$

${}^{۱۲}C > {}^{۱۳}C > {}^{۱۴}C$ $\qquad$ ${}^{۲۳۸}U > {}^{۲۳۵}U$

(واپاشی α) ← از جنس هسته اتم هلیم ${}^{۴}_{۲}He$

۱- سنگین و بار مثبت

۲- کوتاه برد

۳- کم‌ترین نفوذ

۰/۰۱ mm در سرب

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}He$$

هسته مادر $\qquad$ هسته دختر

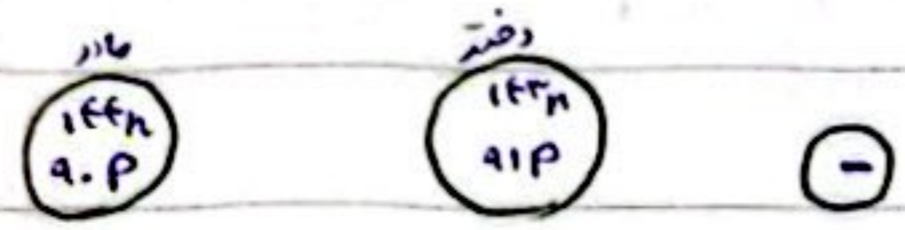
$$\overset{\text{مادر}}{\left(\begin{matrix}۱۴۶n\\ ۹۲p\end{matrix}\right)} \longrightarrow \overset{\text{دختر}}{\left(\begin{matrix}۱۴۴n\\ ۹۰p\end{matrix}\right)} + \overset{\text{آلفا}}{\left(\begin{matrix}۲n\\ ۲p\end{matrix}\right)}$$

$${}^{۲۳۸}_{۹۲}U \qquad {}^{۲۳۴}_{۹۰}Th \qquad {}^{۴}_{۲}He$$

- واپاشی β : الکترونی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته ، به پروتون و الکترون تبدیل شود

(واپاشی β^-)

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^-$$



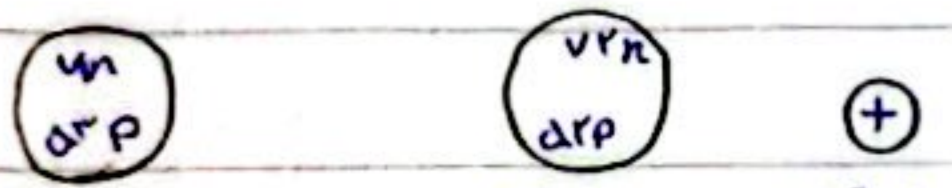
$^{234}_{90}Th$ $^{234}_{91}Pa$ الکترون

نوترون ○ = ⊕ و ⊖

پروتون الکترون

(واپاشی β^+)

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e^+$$



$^{124}_{53}I$ $^{124}_{52}Te$ پوزیترون

یکی از پروتون های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌کند.

⊕ = ○ + ⊕

نوترون پوزیترون

۱٫۱mm در سرب

(واپاشی γ)

۱- موج

۲- بیشترین نفوذ ۱۰۰mm سرب

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma$$

- نیمه عمر :

$$N = \overset{\text{مادر اولیه}}{N_0} \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

تعداد هسته پرتوزای باقی‌مانده

$$n = \frac{t}{T}$$