

# FÎZÎK

## AMADEYÎ

3

2020/2021



## AMADEKAR

Ev pirtûk ji aliyê: Komîteya  
Fîzîkê ve hatiye amadekirin.

## LÊVEGER

- Komîteya Şopandinê
- Komîteya Fotoşopê
- Komîteya Redektheyê

Ev pirtûk ji aliyê Saziya Minhacan ve, wek  
pirtûka wanedayînê, ji bo dibistanan hatiye  
pejirandin.





# NAVEROK

<b>BEŞA YEKEM .....</b>	<b>7</b>
TEVGERA AHENG DAR A XWERÛ .....	8
LERIZÎNÊN SAYINÎ YÊN BAZINÎ PENDOLA ALANDÎ YA NELERIZOK.....	23
LERIZÎNÊN NEAHENG DAR .....	30
MÎKANÎKA RONÊN BITEVGER.....	40
RÊJEYA TAYBET .....	50
<b>BEŞA DUYEM .....</b>	<b>61</b>
ARANDINA ELEKTROMEGETÎZÎ .....	62
HERIKÎNA GUHERBAR .....	81
GUHÊREKA ELEKTIRÎKÎ .....	105
<b>BEŞA SÊYEM .....</b>	<b>115</b>
LÊKOLÎNA ASTROFÎZÎK.....	116



BEŞA YEKEM

## TEVGER Û TEVGERANDIN

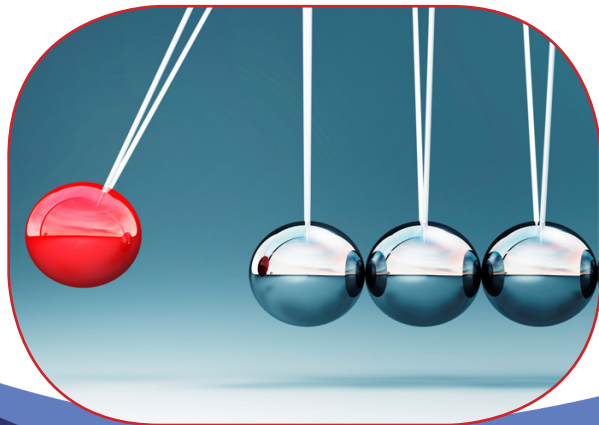
**Waneya Yekem: Tegera Ahengdar A Xwerû**

**Waneya Duyem: Lerizînên Zivirînê**

**Waneya Sêyem: Lerizînên Neahengdar**

**Waneya Çarem: Mîkanîka Ronên Bitevger**

**Waneya Pêncem: Rêjeyiya Taybet**



## WANE 1

# TEVGERA AHENGDAR A XWERÛ



Tu di rûniştekekê de di basê de rûdine, piştî vexistina motorê basê tu heşt dike ku rûniştekek lerizînên sivik an jî xurt (li gorî nûbûna basê) dilerize û di dema vexistina hin alavên elektrîkî de lerizîn çêdibe, carinan wekî deng çêdibe û carinine din dîtina hinek parçeyên alavê dilerize û tê zanîn ku deng ji lerizîna gewdeyan çêdibe, mînakên herî xuya perdeyên keman an ûdê ne.

Weke tê dîtin, tevgerên bilerizîn di xwezayê de pir in û di çalakiyên rojane de yên cur bi cur de hene. Di vê beşê de, hûn ê hêsantirîn cureyên lerizînan nas bikin û yek ji wan tevgera ahengdar e.

Gelek alav di karê xwe de pêkanîna hinek bingehên fîzîkî bi kar tînin weke tevgera ahengdar a xwerû.



- ▶ Li teşeyên jêr binêrin, hûn çi dibînin?
  - Teşeya li jêr tevgera tirênê diyar dike:



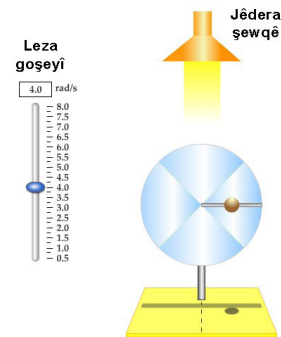
- Teşeya rêgeha tevgerê li cem xala **B** çi ye?
  - Teşeya rêgeha tevgerê li cem xala **A** ji zenda tevgerandinê çi ye?
  - Bi heman alî ye yan jî bi du aliyên e?
- Teşeya li jêr çalakiya zivirandina giroverekê diyar dike:

Gogêke biçûk li derdora tewareyekê, nêzî derdora giroverê ku bê zivirandin bi cih bikin weke di teşeyê de diyarkirî ye:

ji bo dîmena gogê di teqaleyeke tîkî de çêbib, gurzeke şewqê bidin

li ser gogê bi awayekî asoyî û bi riya motoreke elektrîkî giroverê bi lezeke goşeyî û xwecih bizivirînin. Paşê tevgera dîmena gogê li ser teqaleya tîkî diyar bikin.

Tevgera dîmenê bi tevgera gewdeyeke bi zimberekeke tîk ve daliqandî, hevrû bikin.



### Encam:

Tevgera dîmenê, tevgera lezîzînê ye li her du aliyên xaleke xwecih e ku bi navê navenda lezîzînê tê naskirin.

- Gogeke hesinî bê leza destpêkê li qiraxa qabeke bazinî hilû û rûçal bihêlin, weke di teşeyê de diyarkirî ye:
  - Gog li gorî xala A bi aliyekî tenê tevger dike yan na?
  - Xala A li gorî tevgera gogê çi nîşan dike?
  - Dema gog tevgerê dike, xwecih e yan na?
  - Di ku derê de leza gogê tune be ango dibe sifir?

**Encam:**

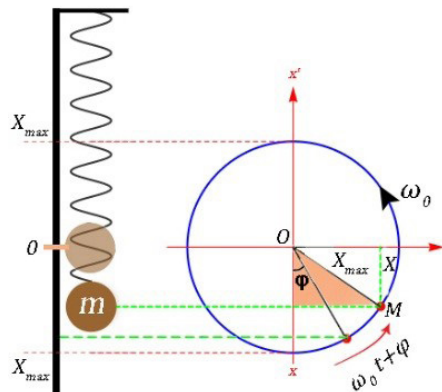
Tevgera lerizînî: Tevgera gewdeyeke ku li her du aliyên xaleke xwecih ku bi navê navenda lerizînê yan jî bi navenda hevsengiyê tê naskirin, dilerize.

Diyartirîn mînak li ser tevgera ahengdar a xwerû ev e: Tevgera lerizîna gewdeyekî hişk ê ku bi zimberokeke nerim ve daliqandî ye, li gorî ku çemberên wê jev dûr in, Ew jî bi navê pendola nerim tê naskirin.

**Têkiliya di navbera tevgera bazinî ya birêkûpêk û tevgera ahengdar a xwerû (Nimûneya Fresnel (Frînel)):**

Di teşeya diyarkirî de, xaleke heyberî **M** bi tevgerake bazinî ya birêkûpêk dizivire ku leza wê ya goşeyî  $\omega_0$  be û tîra wê ya destpêkê (tîra nîveşkêlê) ( $\overline{OM}$ ) be ku dirêjahiya wê  $X_{max}$  be:

- Navê goşeya ku ( $\overline{OM}$ ) bi tewareya  $\overline{xx'}$  re çêdike di kêliya  $t = 0$  de, çi ye?
- Navê goşeya ku ( $\overline{OM}$ ) bi tewareya  $\overline{xx'}$  re çêdike di kêliya  $t$  de, çi ye?
- Dirêjahiya êxistina tîra ( $\overline{OM}$ ) xwecih e yan jî tê guherîn?
- Gelo di dema zivirandinê de, êxistina tîra ( $\overline{OM}$ ) li ser tewareya  $\overline{xx'}$  tê guherîn?
- Têkiliya  $\cos(\omega_0 t + \varphi)$  rêya  $x \square X_{max}$  binivîsin.



**Encam:**

1. Qonaxa destpêkê ya tevgera  $\varphi$  ew goşeya di navbera tîra ( $\overline{OM}$ ) û tewareya  $\overline{xx'}$  de di kêliya  $t = 0$  de ye.
2. Qonaxa tevgera  $(\omega_0 t + \varphi)$  ew goşeya di navbera tîra ( $\overline{OM}$ ) û tewareya  $\overline{xx'}$  de di kêliya  $t$  de ye.

3. Firehiya tevgera  $X_{\max}$  ew dirêjahiya tîra ( $\overline{OM}$ ) ya di dema zivirandinê de xwecih e.

4. Lêdana taybet bi tevgera  $\omega_0$  beramberî leza goşeyî ya xwecih a ku xala  $M$  pê dizivire.

5. Tewil  $\bar{x}$  ew êxistina tîra ( $\overline{OM}$ ) li ser tewareya  $\overline{xx'}$  ye û bi guherîna demê re tê guherîn.

6. Rêjeya di navbera tewilê û mezintirîn labirin jê re bi vê têkiliyê pêk tîne:

$$\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) = \frac{\bar{x}}{X_{\max}}$$

7. Hevkêşeya giştî ya tevgera ahengdar a xwerû, fonkisyoneke sayinî ye û bi vî awayî ye:

$$\bar{x} = X_{\max} \cdot \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

**Ji ber vê yekê tevger bi navê tevgera sayinî ya vekîşînî (ahengdar a xwerû) tê naskirin.**

### **Pendola nerim:**

#### **Çalakî:**

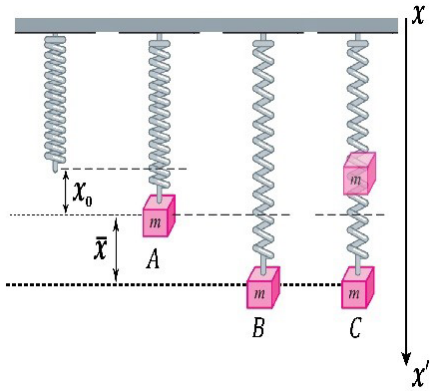
- Gewdeyeke ku senga wê  $m$  be, bi zimberekeke nerim ve daliqîn ku senga zimberekê piştguhkirî be û çemberên wê jev dûr bin û xweciha hişkbûna wê  $k$  be, hûn çî bibînin?
- Hêzên li gewdeyê bandorê dikin piştî hevsengiya wê, nîşan bikin.

#### **Encam:**

1. Vezilandina zimberekê bi qasiyeke destnîşankirî ta ku hevsengî çêbibe, bibînin.
2. Hêzên li gewdeyê bandorê dikin:
  - Giraniya gewdeyê:  $\vec{W} = m \cdot \vec{g} = 0$
  - Hêza potensiyela zimberekê:  $\vec{f}_s$



- Gogê dirêjahiyêke guncaw (Di hundirê sînorên nerimbûna zimberê de) ber bi jêr ve bikîşînin bê ku hûn wê berdina û hêzên ku di wê demê de li gogê bandar dikin nîşan bikin.
- Hêza potensiyela zimberê di rewşa A de û hêza potensiyela zimberê di rewşa B de hevrû bikin.
- Bihêlin ku gog tevgerê bike (rewşa C) û teşeya rêgeha tevgera wê bibînin.
- Xwezaya tevgera gogê dema ku nêzî navenda lerizînê dibe, çi ye? Û dema dûrî wê bibe, çi ye?
- Cihên ku lez tê de dibe sifir, nîşan bikin.

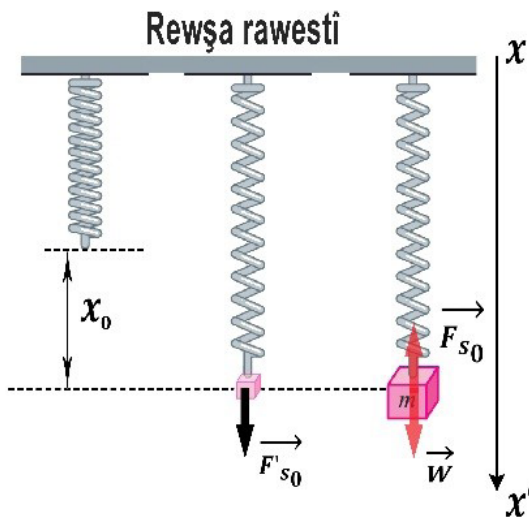


### Rewşên hêza vegerandinê:

#### 1. Rewşa rawestî:

Zimberê piştî daliqandina gewdeyê pê ve bi qasî  $x_0$  vedizile û gewde bi bandoriya du hêzan hevseng dibe:

- Hêza giraniyê:  $\vec{W}$
- Hêza potensiyela zimberê:  $\vec{F}_s$



ji ber ku gewde rawestî ye, wê demê:

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{W} + \vec{F}'_s = 0$$

Bi êxistina li ser tewareyeke tîkî ber bi jêr ve:

$$W - F_s = 0 \Rightarrow W = F_s$$

Hêza  $\vec{F}'_s$  bandoriyê li ser zimberê dîke û bi qasî  $x_0$  wê vedizîne:

$$F_s = F'_s = k \cdot x_0$$

Bicîhbûna  $W$  di tîkiliya bûrî:

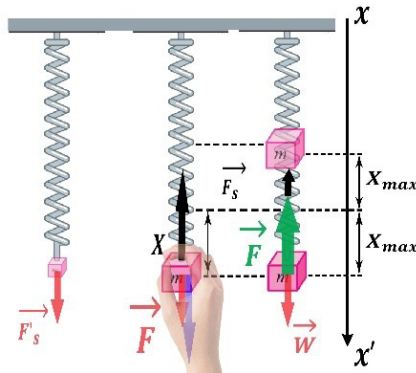
$$W = k \cdot x_0$$

Qasiya  $x_0$  bi navê vezilandinê rawestiyê tê naskirin.

## 2. Rewşa tevgerê:

Hêzên derveyê yê di navenda bêliviya gewdeyê bandor dîke ev in:

- Hêza potensiyela zimberê:  $F_s$
- Hêza giraniyê:  $\vec{W}$



Bi pêkanîna zagona Newton a duyem:

$$\sum \vec{F} = \vec{F}'_s = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{W} + \vec{F}'_s = m \cdot \vec{a}$$

Bi êxistina li ser tewareyeke tîkî ber bi jêr ve:

$$W - F_s = m \cdot a$$

Hêza  $\vec{F}'_s$  bandoriyê li zimberê dîke û bi qasî  $\bar{x} + x_0$  wê vedizîne:

$$F_s = F'_s = k(\bar{x} + x_0)$$

Bicîhbûna tîkiliya bûrî di  $W - F_s = m \cdot a$  de:

$$W - k(\bar{x} + x_0) = m \cdot \bar{a}$$

Lê:

$$W - k\bar{x} = kx_0 = m \cdot \bar{a}$$

$$W = F_s = k \cdot x_0 \Rightarrow -k \cdot x_0 = m \cdot \bar{a} = \vec{F} \Rightarrow \vec{F} = -k \cdot \bar{a}$$

## Encam:

Encama hêzên derveyî yê ku di navenda bêliviya gewdeyê di her kêliyê de bandor dikin, ew hêza vegerandinê ye, ji ber ku gewdeyê her tim vedigerîne navenda lerizînê û bi tewilê  $\bar{x}$  re di nav rêjedariyeke raşt de ye û di hêmayê de dijberî hev in.

## Encamgirtina xwezaya tevgera pendola nerim:

Tewila tevgera gewdeyê (zêdebûn û kêmbûn) bi derbasbûna demê re tê guherîn, gewde di navbera du cihên sîmetrîk de li gorî navenda lerizînê tevger dike, li gorî vê xwezaya vê tevgerê çi ye?

Serencama hêzên derveyî ya ku navenda bêliviya gewdeyê dikeve bin bandoriyê wê de bi vê têkiliyê tê dayîn:

$$\bar{F} = m \cdot \bar{a} = -k \cdot \bar{x}$$

$$\bar{a} = -\frac{k}{m} \cdot \bar{x}$$

$$(\bar{x})''_t = -\frac{k}{m} \cdot \bar{x} \dots (1)$$

Hevkêşeyeke ciyakariyî ye ji pêpilka duyem e:

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \dots (2)$$

Ji bo saxkolîna raştiya çareyê, fonksiyona tewilê du caran li gorî demê bidarşînin:

$$(\bar{x})'_t = v = -\omega_0 X_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

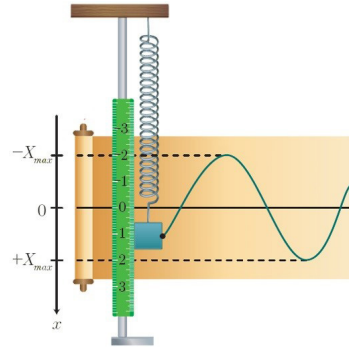
$$(\bar{x})''_t = a = -\omega_0^2 X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(\bar{x})''_t = -\omega_0^2 \bar{x} \dots (3)$$

Bi hevrûkirina di navbera her du têkiliyên (1) û (2) de, tê xuyakirin ku dama leza goşeyî bi xweciha hişkbûna zimberê re di nav rêjedariyeke raşt de ye û bi senga gewdeyê re di nav rêjedariyeke vajî de ye, li gorî têkiliya li jêr:

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} = \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Nirxê leza goşeyî pozîtîv e û ji ber ku  $m$  û  $k$  her tim pozîtîv in ev yek gengaz e.



## Encam:

Tevgera pendola nerim, tevgerêke sayinê ya vekişinê ye (lerizoka ahengdar a xwerû ye).

Awayê giştî ji fonkisyona demî ji tewilê re bi vê têkiliyê tê dayîn:

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$\bar{x}$  : Tewil (Amplitude) di kêliya  $t$  de ye û bi mena metreyê  $m$  tê pîvan.

$X_{\max}$  : Firehiya tevgerê ye û bi mena metreyê  $m$  tê pîvan.

$\omega_0$  : Lêdana tevgerê ye (leza goşeyî ji gewdeyê re) û bi mena radyan rad tê pîvan.

$(\omega_0 t + \bar{\varphi})$  : Qonaxa destpêkê di kêliya  $t$  de ye.

$\bar{\varphi}$  : Qonaxa destpêkê di kêliya  $t = 0$  de û bi mena radyan *red* tê pîvan.

Em ji  $\omega_0 \cdot X_{\max} \cdot \bar{\varphi}$  re dibêjin xwecihên tevgerê.

## Encamgirtina têkiliya dewira taybet ji pendola nerim re:

Di lêkolîna xwezaya tevgera pendola nerim de, leza goşeyî ji gewdeyê re vê têkiliyê pêk tîne:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Ji ber ku:  $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$

Ew têkiliya dewira taybet bi pendola nerim a nelerizok e û ji vê têkiliyê encam tê girtin ku dewir  $T_0$

- Bi firehiya lerizînê  $X_{\max}$  ve nayê girêdan.
- Bi kokdama senga gewdeyê  $m$  re di nav rêjedariyeke raşt de ye.
- Bi kokdama xweciha hişkbûna zimberê  $k$  re di nav rêjedariyeke vajî de ye.

## Fonkisyonên tevgera pendola nerim:

- **Fonkisyona tewilê (amplitude):** Awayê giştî ji fonkisyona demî ji tewilê re bi vî awayî ye:

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

Heger gewde di mezintirîn tewila xwe ya pozîtîv de be, di kêliya  $t = 0$  de, li gorî vî tiştî hûn texmîn dikin ku awayê fonkisyonê çawa be?

**Danan:**  $\bar{x} = +X_{\max}$  di kêliya  $t = 0$  de.

Van nirxan di hev kêşeya awayî giştî de bi cih bikin:

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(0 + \varphi) \Rightarrow \bar{x} = X_{\max} \cos(\varphi)$$

$$\varphi = 0 \text{ red } \cdot \cos(\varphi)$$

Awayekî nû ji fonkisyone re çêdibe li gorî vê t êkiliyê:

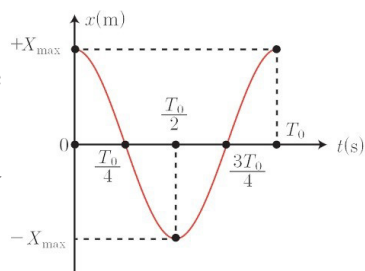
$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t)$$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$  di t êkiliya bûrî de bi cih bînin:

$$\bar{x} = X_{\max} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$$

### Rahênaneke çarekirî:

- Girafîka guherînê tewilê bi riya demê di dewireke tam de xêz bikin.
- Cihên ku tewil tê de mezintirîn nirx û nirxê sifir dibe, nîşan bikin.



### Çare:

- Girafîka wê weke ya di teşê de diyarkirî ye.
- Tewil di her du aliyên de maksîmom e:  $\bar{x} = |\pm X_{\max}|$  Lê tewil di navenda lerizînê de sifir e:  $x=0$  Di tabloya li jêr de nirxên cuda ji tewila  $x$  re li gorî demê  $t$  diyar dibe:

t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	$T_0$
x	$+X_{\max}$	0	$-X_{\max}$	0	$+X_{\max}$

**Fonkisyona lezê:** Fonkisyona lezê, daraştîya yekem ji fonkisyona tewila  $\bar{x}$  re li gorî demê  $t$  ye, li gorî t êkiliya:

$$v = (\bar{x})'_t$$

Awayê giştî ji fonkisyona tewilê re bi vê t êkiliyê tê dayîn:

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

Bi daraştina wê, fonkisyona lezê li gorî vê t êkiliyê tê bideştixistin.

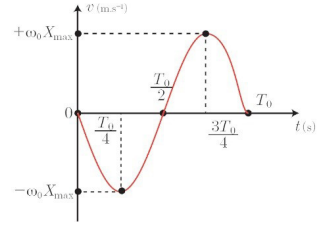
$$\bar{v} = -\omega_0 X_{\max} \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$\bar{v} = -\omega_0 X_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$$



### Rahênaneke çarekirî:

- Girafîka guherînên lezê bi riya demê di dewireke tam de xêz bikin.
- Cihên ku lez tê de mezintirîn nirx û nirxê sifir dibe, nîşan bikin.



### Çare:

- Girafîka wê weke ya di teşe de diyarkirî ye.
- Lez di navenda lerizînê de maksîmom e:  $\bar{v} = |\pm X_{\max}|$  Lê di her du aliyên de lez dibe sifir:  $\bar{v} = 0$  di vê tabloyê de nirxên cuda ji lezê v re li gorî demê t diyar dibe:

t (s)	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	$T_0$
v (m .s) <sup>-1</sup>	0	$-\omega_0 X_{\max}$	0	$+\omega_0 X_{\max}$	0

- **Fonkisyona lezînê:** Ew daraştîya yekem a fonkisyona lezê li gorî demê ye û daraştîya duyem ji fonkisyona tewilê li gorî demê ye.

$$\bar{a} = (\bar{v})'_t \quad \text{yan jî} \quad \bar{a} = (\bar{x})''_t$$

Piştî pêkanîna bikaranîna daraştinê, fonkisyona lezînê bi riya tewilê li gorî vê têkiliyê tê bidestxistin:

$$\bar{a} = -\omega_0^2 X_{\max} \cos(\omega_0 t)$$

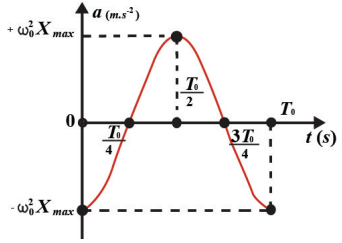
Nirxê fonkisyona tewilê  $\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t)$  di têkiliya bûrî de bi cih bikin.

Awayê dawî ji fonkisyona lezînê re wiha ye:

$$\bar{x} = -\omega_0^2 \cdot \bar{x} \Rightarrow \bar{a} = -\omega_0^2 X_{\max} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$$

**Rahênaneke çarekirî:**

- Girafika guherînên lezînê bi riya demê di dewireke tam de xêz bikin
- Cihên ku lezînê tê de mezintirîn nirx û nirxê sifir dibe, nîşan bikin Dema tevgera gewdeyê nirxê lezînê tê guherîn an na?



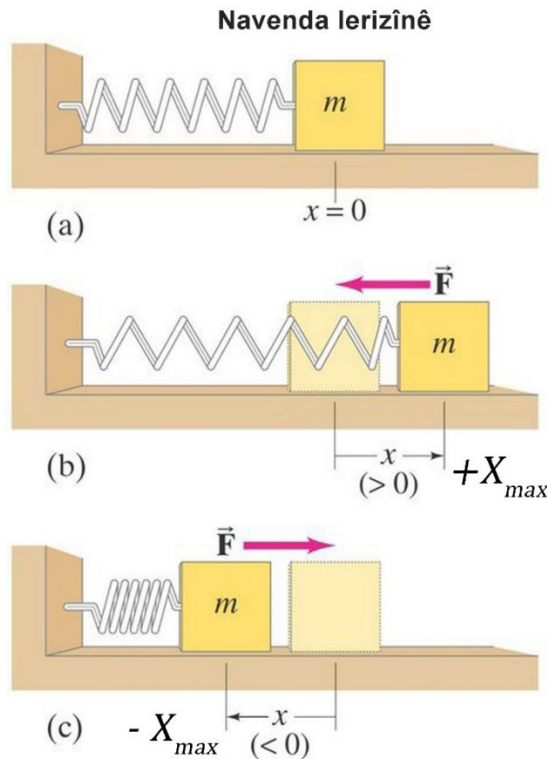
**Çare:**

- Girafika wê weke ya di teşê de diyarkirî ye.
- Lezîn di her du aliyên de maksîmom e (dirêjahî):  $a_{\max} = |\pm\omega_0^2 X_{\max}|$  Lê di navenda lerizînê de dibe sifir:  $a = 0$  Di tabloyê de, guherînên lezînê li gorî demê diyar dibe:

<b>t</b>	<b>0</b>	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	<b>T<sub>0</sub></b>
<b>a</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-a<sub>max</sub></b>	<b>0</b>	<b>+a<sub>max</sub></b>

- Nirxê lezînê ne xwecih e, bi guherîna demê re tê guherîn.

**Enerjî di tevgera ahengdar a xwerû de:**



Enerjiya mîkanîkî ji pendola nerim re, komkirina her du enerjiyên potansiyel û tevgerî ye:

$$E_{TOT} = E_p + E_k \dots \dots (1)$$

- Enerjiya potansiyelê ya nerimbûnê ji pendolan re:

$$E_p = \frac{1}{2}k \cdot x^2 \dots \dots (2)$$

Fonkisyona tewilê di têkiliya (2) de bi cih bînin:

$$E_p = \frac{1}{2}k \cdot X_{\max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \dots \dots (3)$$

- Enerjiya tevgerî ji gewdeyê re:

$$E_k = \frac{1}{2}m \cdot v^2 \dots \dots (4)$$

Fonkisyona lezê di têkiliya (4) de bi cih bînin:

$$E_k = \frac{1}{2}m \omega_0^2 X_{\max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \dots (5)$$

Her du têkiliyên (3) û (5) di têkiliya (1) de bi cih bînin:

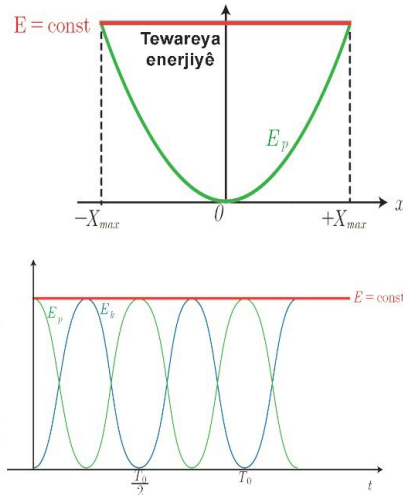
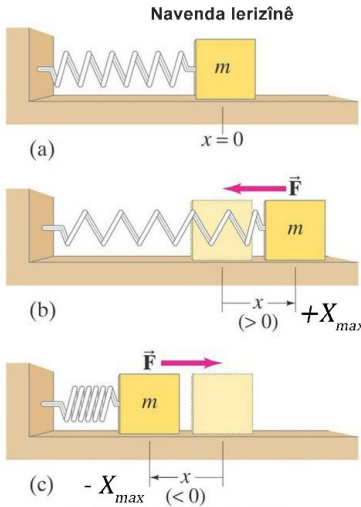
$$E_{TOT} = \frac{1}{2}k X_{\max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) + \frac{1}{2}m \omega_0^2 X_{\max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

**Li gorî ku:**

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

$$E_{TOT} = \frac{1}{2}k X_{\max}^2 \cos^2(\omega_0 t + \bar{\varphi}) + \frac{1}{2}k X_{\max}^2 \sin^2(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$E_{TOT} = \frac{1}{2}k \cdot X_{\max}^2 = const$$

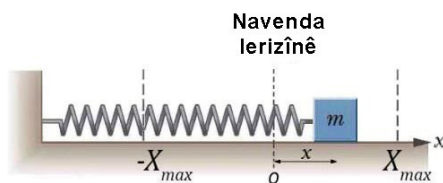


**Çalakî:**

Li gorî girafîka bûrî, di hundirê tabloyekê de cihên ku tê de her du enerjî maksîmom û sifir be, nîşan bikin.

## Rahênana çarekirî:

Di teşeyê de pendoleke nerim û asoyî heye, ji gewdeyekî û zimberokeke nirim pêk tê ku hevkêşeya wê ya demî wiha ye:  $x = 0.1 \cos(\pi t - \pi)$



- Xwecihên tevgerê ji vê pendolê re, nîşan bikin.
- Dewira wê bipîvin.

## Çare:

- Fonkisyona demî ji pendola nerim re:

$$\bar{x} = X_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi}) \dots \dots (1)$$

$$\bar{x} = 0.1 \cos(\pi t - \pi) \dots \dots (2)$$

Bi hevrûkirina di navbera her du têkiliyên (1) û (2) de:

Tewila maksîmom jê re:  $X_{\max} = 0.1 \text{ m}$

Lêdan (beat):  $\omega_0 = \pi \text{ rad/s}$

Qonaxa destpêkê ji tevgerê re (Di kêliya  $t=0$  de):

$$\varphi = -\pi \text{ rad}$$

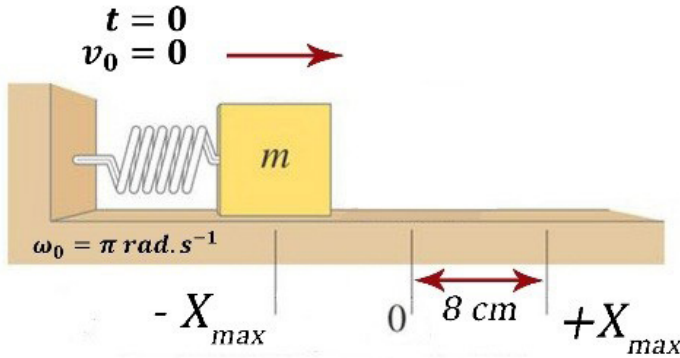
- Pîvan dewira taybet:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ s}$$

# PIRSÊN NIRXANDINÊ

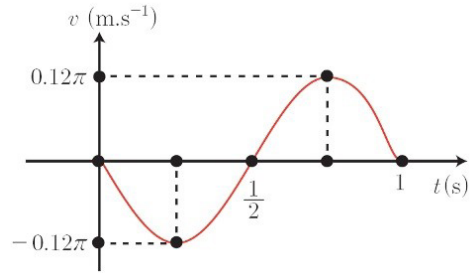
## 1- Bersiva rast hîlbijêrin:

- Li gorî vê teşeyê, fonksiyona tewilê ya ku tevgera lerizoka  $\cos$  nîşan dide ev e:



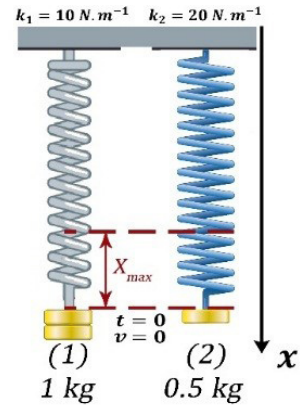
- $x = 0.08 \cos(\pi t + \pi)$
- $x = 8 \cos(\pi t - \pi)$
- $x = 0.008 \cos(\pi t + \frac{\pi}{2})$
- $x = 0.8 \cos(\pi t)$

- Ev girafîk guherînên lezê bi demê re ji bo gewdeyêke bi zimberêkeke nerim ve daliqandî nîşan dide, li gorî ku ew gewde bi tevgerêke ahengdar a xwerû tev digere, wê demê fonksiyona demî ji lezê re ev e:



- $v = 0.06 \pi \cos(\pi t)$
- $v = 0.06 \pi \cos(2\pi t)$
- $v = 0.12 \pi \sin(2\pi t)$
- $v = 0.12 \pi \sin(\pi t)$

- Ev teşe du gewdeyên ku tevgera wan ahengdar a xwerû nîşan dike, ji heman cihê û kêliyê dest pê dikin, ew jî piştî 3 s ji destpêkirina tevgera wan:
  - Di navenda lerizînê de digihêjin hev.
  - Di cihê  $+X_{\max}$  de digihêjin hev.
  - Nagihêjin hev, ji ber ku tewila wê ya yekem  $+X_{\max}$  e û ya duyem  $-X_{\max}$  e.
  - Nagihêjin hev, ji ber ku tewila wê ya yekem  $-X_{\max}$  e û ya duyem  $+X_{\max}$  e.



## 2- Girêftariyên li jêr çare bikin:

**Heger**  $\pi^2 = 10$  .  $\pi = 3.14$   $4\pi = 12.5$   $g = 10 \text{ m/s}^2$  **be:**

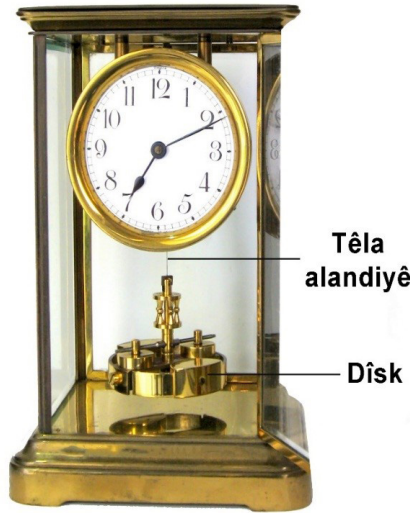
- Lerizokeke ahengdar a xwerû ji zimberokeke merin û tîkî pêk tê, ku senga wê piştguhkirî be û xelekên wê jev dûr bin û xweciha hişkbûna wê  $k = 10 \text{ N/m}$  be, ji aliyekî xwe ve hatiye asêkirin û ji aliyê din ve jî bi gewdeyê hişk ku senga wê  $m$  be hatiye girêdan, dikare li ser ruyekî asoyî û hilû tev bigere û fonksiyona demî ji tewila wê re ev têkilî ye:

$$x = 0.1 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

- Nirxên xwecihên tevgerê û dewira wê ya taybet, bibînin.
- Senga gewdeyê  $m$  bibînin.
- Nirxê lezê dema ku  $x = 6 \text{ cm}$  be û gewde bi aliyê pozîtîv ê tewareyê tevbigere, bibînin.
- Lerizokeke ahengdar a xwerû çêkin ku ji zimberokeke nerim û tîkî pêk were, senga wê piştguhkirî be û xweciha hişkbûna wê  $k=10 \text{ N/m}$  be, ji dawiya aliyekî xwe ve bi xaleke xwecih ve hatiye bicikirin û bi dawiya aliyê din ve gewdeyê bi senga  $m=0.1 \text{ kg}$  daliqandî ye. Heger destpêka demê, ew kêliya derbasbûna gewdeyê di navenda hevsengiyê re be û bi aliyê negatîv bi lezeke  $v = -3 \text{ m/s}$  tev bigere:
  - Lêdana tevgerê bibînin.
  - Fonksiyona demî ji tewilê re bibînin.
  - Xurtiya hêza vegerandinê bibînin.

## WANE 2

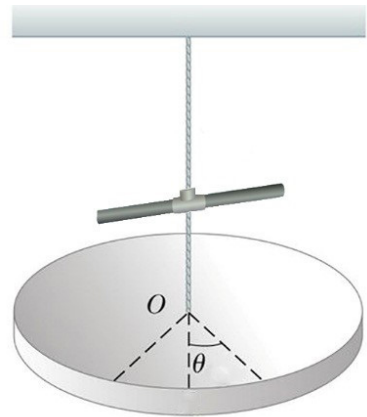
# LERIZÎNÊN SAYINÎ YÊN BAZINÎ PENDOLA ALANDÎ YANELERIZOK



Weke di teşeyê de diyarkirî, hinek demjimêr di karê xwe de bi tevgera zimberkeke badokî ve girêdayî ne, li gorî ku sengeke bi tevgera bazinî di navbera du goşeyên sîmetrîk de tê hêlandin.

Nêzîktirîn mînak li ser tevgera bazinî, daliqandina şivikeke levhatî ji navenda xwe ve bi tîleke alandî ya polayê ve ku xweciha alandiya wê  $k$  be û bi navê pendola alandî tê naskirin.

Şivika bi tîle alandî ve daliqandî, bi bandoriya torika cota alandî, di teqaleyê asoyî de li derdora tîle alandî ya tîkî dilerize.



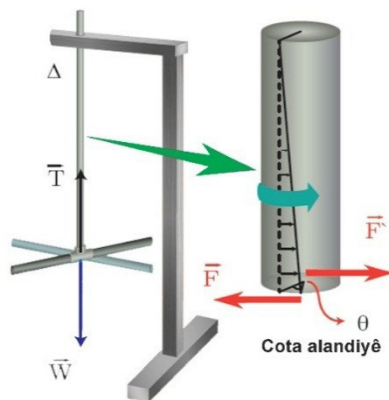
## Tevgera pendola alandî:

### Li gorî vê teşeyê:

- Hêzên derveyî yên li şivikê bandor dikin ev in:

- Hêza potensiyelê:  $\vec{T}$
- Hêza giraniyê:  $\vec{W}$

- Dema ku şivik di teqaleyeke asoyî de ji rewşa hevsengiya, ew cot dijberî bikaranîna alandiyê ye ku torka wê xwe bi goşeya  $\theta$  bizivire, di têlê de coteke alandiyê  $\vec{\eta}$  çêdibetorkeke vegerandinê be.



- Bi pêkanîna têkiliya bingehîn di tevgerandina bazinê de (teoriya lezîna goşeyî) li derdora tewareya  $\Delta$  ya li ser têla alandî ya tîkî yeksaneyî ye:

$$\sum \bar{F}_\Delta = I_\Delta \cdot \bar{a}$$

### Li gorî ku:

$I_\Delta$ : Torka bêliviya şivikê li derdora tewareya zivirandina têlê  $\Delta$  ye.  
 $a$ : Lezîna goşeyî ye.

$$\Gamma_{\vec{W}/\Delta} + \Gamma_{\vec{T}/\Delta} + \Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = I_\Delta \cdot \bar{a} \dots \dots (1)$$

- Ji ber ku rahişteka her du hêzan li ser tewareya zivirandinê  $\Delta$  yeksaneyî ne, torka hêza giraniyê  $\Gamma_{\vec{W}/\Delta}$  û ya potensiyelê  $\Gamma_{\vec{T}/\Delta}$  tune dibin.

Torka cota alandiyê  $\Gamma_{\vec{\eta}/\Delta} = -k \cdot \bar{\theta}$  di têkiliya (1) de bi cih bikin:

$$0 + 0 - k \cdot \bar{\theta} = I_\Delta \cdot \bar{a}$$

$$-k \cdot \bar{\theta} = I_\Delta \cdot \bar{a}$$

Li gorî ku:  $\bar{a} = \bar{\theta}''$

$$-k \cdot \bar{\theta} = I_\Delta \cdot \bar{\theta}'' \Rightarrow \bar{\theta}'' = -\frac{k \bar{\theta}}{I_\Delta} \dots \dots (2)$$

Hevkêşeya (2) hevkeşeyeke ciyakariyî ye, ji pêpilka duyem e:

$$\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{a})$$



Ji bo saxkolîna çareyê, hev kêşeyê du caran li gorî demê bidarşînin:  
Fonkisyona leza goşeyî:

$$W = (\bar{\theta})'_t = -\omega_0 \theta_{\max} \sin(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

Fonkisyona lezîna goşeyî:

$$a = (\bar{\theta})''_t = -\omega_0^2 \cdot \bar{\theta}_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$$(\bar{\theta})''_t = -\omega_0^2 \cdot \bar{\theta} \dots \dots (3)$$

Bi hevrûkirina di navbera her du têkiliyên (2) û (3) de:

$$\omega^2 = \frac{k}{I_{\Delta}} \dots \dots (4) \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{I_{\Delta}}} > 0$$

Ev pêkan e, ji ber ku  $k$  û  $I_{\Delta}$  du qasîyên pozîtîv in, ango tevgera pendolê sayînî û bazînî ye, fonkisyona wê ya demî bi vî awayî ye:

$$\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

$\bar{\theta}$  : Tewila di kêliya  $t$  de ye, mena wê **rad** e.

$\theta_{\max}$  : Maksîmom tewila goşeyî ye (firehiya goşeyî), mena wê **rad** e.

$\omega_0$ : Lêdana taybet a tevgerê ye, mena wê **rad/s** e.

$\bar{\varphi}$  Pêvajoya destpêkê ya tevgerê ye, mena wê **rad/s** e.

### **Dewira taybet ji pendola alandî re:**

Dewira taybet bi vî têkiliyê tê dayîn:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{I_{\Delta}}} \Rightarrow \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{I_{\Delta}}} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{k}}$$

Ji têkiliya bûrî encam tê girtin ku dewira taybet ya tevgera pendola alandiyê:

- Bi firehiya goşeyî ya tevgera  $\theta_{\max}$  ve ne girêdayî ye.
- Bi kokdama torka bêliviya komika pendolê re li derdora tewareya zivirandinê (Têla alandiyê), di nav rêjedariyeke raşt de ye.
- Bi kokdama xweciha alandiya têlê re, di nava rêjedariyeke vajî de ye.
- Bi kêmbûna dirêjahiya têla alandiyê, kêmbibe.
- Bi zêdekirina torka bêliviya komikê, zêde dibe.
- Nirxê wê bi guherîna firehiya goşeyî ya tevgerê re, nayê guherîn.

### **Têbînî:**

Têkiliya xweciha alandiya têtê li derdora tewareya zivirandinê  $\Delta$  wiha ye:

$$k = k \frac{(2r)^4}{l}$$

Li gorî ku:

$k'$ : Xweciheke girêdayî cureya heybera têtê ye.

$2r$ : Eşkêla têtê ye.

$l$ : Dirêjahiya têtê ye.

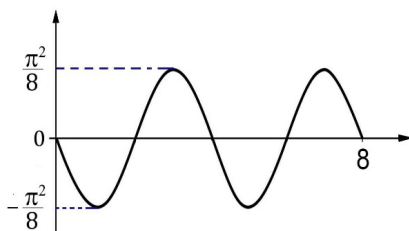
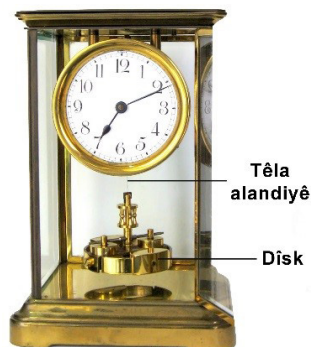
**Hevrûkirina di navbera her du pendolên nerim û alandiyê de:**

<b>Pendola nerim</b>	<b>Pendola alandî</b>
Tevgera wê sayinî û vekişandî ye	Tevgera wê sayinî û bazinî ye.
<b>Tewil:</b> $\bar{x}$	<b>Tewil goşeyî ye:</b> $\bar{\theta}$
<b>Lez:</b> $v = (\bar{x})'_t$	<b>Lez goşeyî ye:</b> $w = (\bar{\theta})'_t$
<b>Lezîn:</b> $\bar{a} = (\bar{x})''_t$	<b>Lezîn goşeyî ye:</b> $\bar{\alpha} = (\bar{\theta})''_t$
<b>Seng:</b> $m$	<b>Torka bêliviye:</b> $I_{(A)}$
<b>Xweciha hişkbûnê:</b> $k$	<b>Xweciha alandiyê:</b> $k$
<b>Hêza vegerandinê:</b> $\bar{F}$	<b>Hêza vegerînê:</b> $\bar{\Gamma}$
<b>Enerjiya potensiyel</b> $E_p = \frac{1}{2} k \cdot x^2$	<b>Enerjiya potensiyel:</b> $E_p = \frac{1}{2} k \cdot \theta^2$
<b>Enerjiya tevgerî:</b> $E_p = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	<b>Enerjiya tevgerî:</b> $E_p = \frac{1}{2} I \cdot w^2$
<b>Enerjiya giştî:</b> $E_{TOT} = \frac{1}{2} k \cdot X_{\max}^2$	<b>Enerjiya giştî:</b> $E_{TOT} = \frac{1}{2} k \cdot \theta_{\max}^2$

# PIRSÊN NIRXANDINÊ

## 1- Bersiva raşt hilibjêrin:

- Weke di teşeyê de diyarkirî, dempîvek di karê xwe de bi pendoleke alandiyê ve girêdayî ye û ji bo sereraştîkirina derengiya demê, xwendekaran pêşinyarî dan, pêşinyara raşt ev e:
- Zêdebûneke hindik di dirêjahiya têla alandiyê de.
- Zêdebûna senga giroverê bêyî ku eşkêla wê bê guherîn.
- Kêmbûneke hindik di dirêjahiya têla alandiyê de.
- Zêdebûna eşkêla giroverê bêyî ku senga wê bê guherîn.
- Ev girafîk guherînên leza goşeyî ya pendoleke alandiyê bi guherîna demê re nîşan dîke, li gorî vê fonkisyona leza goşeyî ya ku vê girafîkê nîşan dîke ev e:



- $\omega = +\frac{\pi^2}{8} \sin(3\pi t)$
- $\omega = -\frac{\pi^2}{8} \sin(2\pi t)$
- $\omega = +\frac{\pi^2}{8} \sin\left(\frac{\pi}{2} t\right)$
- $\omega = -\frac{\pi^2}{8} \sin\left(\frac{\pi}{2} t\right)$

## 2- Girêftariyên li jêr çare bikin:

Heger  $\pi^2 = 10$  .  $\pi = 3.14$   $4\pi = 12.5$   $g = 10 \text{ m/s}^2$  be: Pendola alandiyê ji giroverêke levhatî pêk tê ku senga wê  $m = 2 \text{ kg}$  be, dirêjahiya nîveşkêla wê  $r = 4 \text{ cm}$  be û ji navenda xwe ve bi têleke alandiyê ya tîkî ve daliqandî ye li gorî ku xweciha alandiya wê  $16 \times 10^{-3} \text{ N.m/rad}$  Di teqaleyêke asoyî de, bi goşeya  $\theta = +\frac{\pi}{4} \text{ rad}$

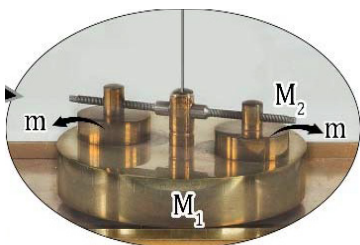


giroverê ji rewşa wê ya hevsengiyê bizivirînê û bê lezeke destpêkê di kêliya  $t = 0$  bihêlin.

- Dewira taybet ya pendolê bibînin.
- Fonksiyona demî ya tewila goşeyî li gorî awayê wê yê giştî encamê bigirin.
- Enerjiya potensiyelê di rewşa tewila goşeyî  $\theta = \frac{\pi}{8}$  rad rad de bibînin û piştre enerjîya tevgerî bibînin.

(Torka bêliviya giroverekê li derdora tewareyeke tîkî li ser teqaleya xwe û di navendê re derbaskirî:  $I_{\Delta} = \frac{1}{2} m \cdot r^2$ )

- Dempîvek ji girovereke sifirî pêk tê ku senga wê  $m_1 = 0.12$  kg be û dirêjahiya wê  $r = 0.05$  m be, şivikeke bi senga  $m_2 = 0.012$  kg û dirêjahiya  $l = 0.1$  m li ser wê bi cih kirî ye, di her du aliyên xwe de du sengên biçûk  $m_1 = m_2 = 0.05$  kg hildigire ku durahiya di navbera her du sengan de  $2r = 0.04$  m be û bi riya kunkerê tê guherîn.



Heger komika giroverê ji navenda bêliviya xwe ve bi têla alandiya tîkî ya ku xweciha alandiya  $8 \times 10^{-4}$  N.m/rad be, were daliqandin:

- Dewira dempîvê bibînin.
- Heger bi riya zêdekirina durahiya di navbera her du sengên biçûk de, dewir bi qasî  $0.86$  s zêde bibe, divê durahiya nû di navbera wan de çî qas be?

(Torka bêliviya giroverê li derdora tewareyeke ya di navenda bêliviya xwe re derbaskirî  $I_1 = \frac{1}{2} m_1 r^2$  e û torka bêliviya şivikê li derdora tewareyeke tîkî li ser teqaleya xwe û di navenda xwe re derbaskirî  $I_2 = \frac{1}{12} m_2 r^2$ )

## WANE 3

# LERIZÎNÊN NEAHENGDA

## PENDOLA GIRANIYÎ YA NELERIZOK

- **Pendola giraniyî:**

- ▶ **Gelo we tevgera hêlanê dîtiye?**

Dema labirina wê ji cihê hevsengiya wê, ji bo piştî demekê raweste li her du aliyên hevsengiya xwe ve dilerize û tevger dibe nelerizok, ji ber vê yekê pêdiviya wê bi dehfekê heye ji bo careke din bilerize.

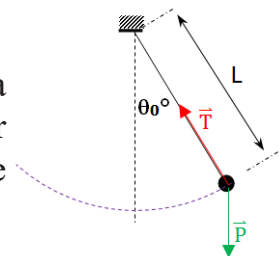
Heman tiştê ku di lerizoka demjimêra dîwarê de çêdibe, li gorî ku di navbera

du rewşên sîmetrîk de tê hêlandin û pêdiviya wê bi berdeWikirina tevgera xwe bi riya bicihbûna enerjîya belavbûyî heye.



**Pendola giraniyî:**

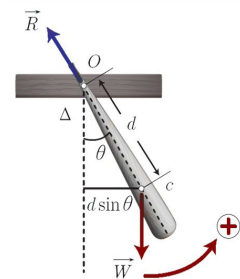
Ji gewdeya hişk a ku bi bandoriya torika hêza giraniya xwe, li derdora zivirandîneke tîkî li ser teqaleya xwe dilerize û di navenda bêliviya xwe re derbas nabe, pendola giraniyî tê gotin.



**Lêkolîna tevgerandinî ji pendola giraniyî re:**

Gewdeyeke hişk ku senga wê  $m$  be û navenda bêliviya wê  $C$  be li derdora tewareya zivirandîneke asoyî  $\Delta$  daliqînin ku di xala  $O$  re derbasî gewdeyê bibe, li gorî ku durahî  $OC = d$  ye.

Gewdeyê ji cihê hevsengiya wê ya tîkî bi qasî goşeya  $\theta$  labirin û ji bo di teqaleyêke tîkî de bilerize, bêyî lezeke destpêkê bihêlin.



► **Hêzên ku li gewdeyê bandor dikin çi ne?**

Du hêz li gewdeyê bandor dikin:

- **W:** Hêza giraniya wê.
- **R:** Hêza berteka tewareya zivirandinê li gewdeyê.

Bi pêkanîna têkiliya bingehîn di tevgerandina bazinê de (Teoriya lezîna goşeyî):

$$\Sigma \bar{\Gamma}_{\Delta} = I_{\Delta} \cdot \bar{a} \Rightarrow \Gamma_{\bar{w}/\Delta} + \Gamma_{\bar{r}/\Delta} = I_{\Delta} \cdot \bar{a}$$

Bi hilbijartina aliyê pozîtîv ji zivirandinê re, li gorî ku dijbera aliyê zivirandina tîrên demjimêrê be:

$$\Gamma_{\bar{r}/\Delta} = 0$$

Ji ber ku rahişteka hêzê  $\vec{R}$  di tewareya zivirandinê re derbas dibe:

$$\Gamma_{\bar{w}/\Delta} = - (d \sin \theta) W \Rightarrow - (d \sin \theta) W + 0 = I_{\Delta} \cdot \bar{a}$$

$$\Rightarrow - m \cdot g \cdot d \sin \theta = I_{\Delta} \cdot \Delta$$

Li gorî ku:

$$a = (\theta)''_t$$

$$-m \cdot g \cdot d \sin \theta = I_{\Delta} \cdot (\theta)''_t \Rightarrow (\theta)''_t = -\frac{m \cdot g \cdot d}{I_{\Delta}} \sin \theta \dots \dots (1)$$

Ew hev kêşeyeke ciyakariyê ye, ji pêpilka duyem e,  $\sin \bar{\theta}$  cihê  $\theta$  digire, ji ber vê yekê çareya wê ne sayinî ye, her wiha tevgera pendola giraniyê, tevgera lerizînî ya neahengdar e.

**Ji bo firehiyên goşeyî yên biçûk  $\theta \geq 0.24 \text{ rad}$  tevgera pendola giraniyê çawa dibe?**

Di vê rewşê de:  $\theta \approx \bar{\theta}$

Di têkiliya (1) de bi cih bikin:

$$(\theta)''_t = -\frac{m \cdot g \cdot d}{I_{\Delta}} \bar{\theta} \dots \dots (2)$$

Hev kêşeyeke ciyakariyê ye, ji pêpilka duyem e:

$$\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$$

Bi daraştina fonkisyona tewila goşeyî du caran li gorî demê:

$$\bar{a} = (\bar{\theta})''_t = \omega_0^2 \cdot \bar{\theta}$$

Bi yeksaniya di navbera her du têkiliyên (2) û (3) de:

$$\omega_0^2 = \frac{m \cdot g \cdot d}{I_{\Delta}} \Rightarrow \omega_0^2 = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot d}{I_{\Delta}}} > 0$$

Ev hev kêşe pêkhatî ye, ji ber ku hemû qasî pozîtîv in, ji ber vê yekê ji bo firehiyên goşeyî yê biçûk tevgera pendola giraniyê, tevgera sayinê û bazinê ye, lêdana wê ya taybet  $\omega_0$  e.

### Encamgirtina têkiliya dewira taybet a lerizînê:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot d}{I_\Delta}} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_\Delta}{m \cdot g \cdot d}}$$

Di rewşa lerizînê bi firehiyên biçûk de, ev têkiliya giştî ya dewira taybet a pendola giraniyê ye.

$T_0$ : Dewira pendola giraniyê ye, bi firehiyeke goşeyî ya biçûk e, mena wê  $s$  ye.

$I_\Delta$ : Torka bêliviya gewdeya hişk e, mena wê  $kg \cdot m^2$  e.

$d$ : Durahiya tewareya zivirandinê ji navenda bêliviya gewdeya hişk  $C$  ye, mena wê  $m$  ye û dîtina wê bi du rêbazan çêdibe, yan bi pêkanîna têkiliya hevsengiya bazinê  $\sum \bar{\Gamma}_c = 0$  li derdora tewareya zivirandinê di  $C$  re derbaskirî, yan jî bi pêkanîna vê têkiliyê:

$$o_c = d = \frac{m_1 \bar{r}_1 + m_2 \bar{r}_2 + \dots + m_i \bar{r}_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i} = \sum \frac{m_i \bar{r}_i}{m_i}$$

Dibe ku gewde ji gelek parçeyan pêk were, li gorî ku ev parçe xalên heyberî bin, sengên wan wiha bin:

$$m_1, m_2, \dots, m_i$$

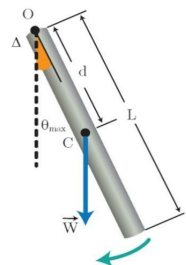
Bi van durahiyan dûtî tewareya zivirandinê bin:

$$r_1, r_2, \dots, r_i$$

$\bar{r}$  Qasiyeke cebirî ye, heger navenda bêliviya senga lerizok li bin tewareya zivirandinê be, wê demê  $\bar{r}$  pozîtîv e. Lê heger navenda bêliviya senga lerizok li ser tewareya zivirandinê be, wê demê  $\bar{r}$  negetîv e.

### Rahênaneke çarekirî:

Pendoleke giraniyê ji şivikeke levhatî bi dirêjahiya  $l = 0.375 \text{ m}$  û bi senga  $m$  pêk tê, ji aliyê xwe yê jor ve bi tewareyeke asoyî ve daliqandî ye û li ser teqaleya xwe ya tîkî tîk e, şivikê ji cihê hevsengiya wê ya tîkî bi goşeyeke biçûk  $\theta \leq 14^\circ$  labirin û bêtê lezeke destpêkê bihêlin.





Heger torka bêliviya şivikê li derdora tewareyekê li ser teqaleya xwe tîk be û di navenda bêliviya xwe re derbaskirî be ( $I_{\Delta/c} = \frac{1}{2} m_2 \cdot l^2$ ) Wê demê li gorî tîkiliya giştî ya dewira taybet ya pendola giraniyî û lêkhatî, bi sembolan tîkiliya dewira taybet encamê bigirin û piştî nîrxê wê bibînin.

### Çare:

Tîkiliya dewira pendola giraniyî wiha ye:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\Delta}}{m \cdot g \cdot d}}$$

Ji bo dîtina torka bêliviya şivikê li derdora tewareya di  $O$  re derbaskirî, teoriya Huygens pêk bînin:

$$I_{\Delta} = I_{\Delta/c} + m \cdot d^2$$

Li gorî ku:  $d = \frac{1}{2} l$

$$I_{\Delta} = \frac{1}{12} m \cdot l^2 + m \cdot \left(\frac{1}{2} l\right)^2 \Rightarrow I_{\Delta} = \frac{1}{3} m \cdot l^2$$

Di tîkiliya dewirê de bi cih bikin:

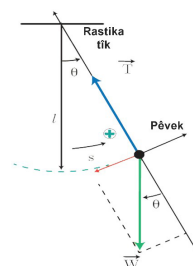
$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{3} m \cdot l^2}{m \cdot g \cdot \frac{1}{2} l}} = 2\pi \sqrt{\frac{2l}{3g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2 \times 0.375}{3 \times 10}} = 1s$$

### • Pendola giraniyî ya xwerû:

- **Dîtaneyî:** Xaleke heyberî ye, bi bandoriya giraniya xwe bi durahiyeke xwecih  $l$  ji tewareyeke asoyî û xwecih, dilerize.
- **Piratîkî:** Gogeke biçûk e, senga wê  $m$  ye, tîrbûna wê ya rêjeyî mezin e û bi tayekî ve daliqandî ye ku senga wî piştguhkirî be û nayê vezilandin, dirêjahiya wê li gorî nîveşkêla gogê mezin e.

### Lêkolîna tevgerandinî:

- Hêzên derveyî yên li gogêv bandorê dikin ev in:
  - Xurtiya potensiyela tayê:  $\vec{T}$
  - Giraniya gogê:  $\vec{W} = m \cdot g$
- Bi pêkanîna tîkiliya bingehîn di tevgerandina zivirandî (Teoriya lezîna goşeyî) de:



$$\begin{aligned}\sum \bar{\Gamma}_{\Delta} &= \bar{I}_{\Delta} \cdot \bar{a} \\ \Rightarrow \Gamma_{\bar{w}/\Delta} + \Gamma_{\bar{r}/\Delta} &= I_{\Delta} \cdot \bar{a}\end{aligned}$$

Bi hilbijartina aliyê pozîtîv ji zivirandinê re, li gorî ku dijberî aliyê zivirandina tîrên demjimêrê be:

$$\begin{aligned}-m \cdot g \cdot l^2 \sin \bar{\theta} + 0 &= I_{\Delta} \cdot \bar{a} \\ I_{\Delta} = m \cdot l^2 \quad \cdot \quad \bar{a} &= (\bar{\theta})''_t\end{aligned}$$

Bicîhbûna van nirxan di têkiliya bûrî de û bi kurtasîkirinê:

$$\begin{aligned}-m \cdot g \cdot l \sin \theta + 0 &= m \cdot l^2 \cdot (\theta)''_t \\ (\bar{\theta})''_t &= \frac{g}{l} \sin \bar{\theta}\end{aligned}$$

Di rewşa firehiyên goşeyî yê biçûk de  $\theta \leq 0.24 \text{ rad}$  nixê  $\sin \bar{\theta} = \theta$

$$(\bar{\theta})''_t = -\frac{g}{l} \cdot \bar{\theta} \dots \dots (1)$$

Hevkêşeyeke ciyakarî ye, ji pêpilka duyem e:

$$\bar{\theta} = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \bar{a})$$

Bi daraştina fonkisyona tewilê du caran li gorî demê:

$$(\bar{\theta})''_t = -\omega_0^2 \cdot \bar{\theta} \dots \dots (2)$$

Bi yeksaniya di navbera (1) û (2) de:

$$\omega_0^2 = \frac{g}{l} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} > 0$$

Ev hevkeşe pêkhatî ye, ji ber ku  $g$  û  $l$  du qasîyên pozîtîv in, ji ber vê yekê ji bo firehiyên goşeyî yê biçûk tevgera pendola giraniyî ya xwerû, tevgera zivirandî ye, lêdana wê ya taybet  $\omega_0$  e.

**Encamgirtina têkiliya dewira taybet ji lerizînê re:**

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \hat{=} \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Ji yeksaniya her du têkiliyan:

$$\frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Ew t kiliya dewira taybet a pendola giraniy  ya xwer  ye. Dibe ku di rew a firehiyên go ey  y n bi uk de li gor  t kiliya gi t  ya dewira taybet a pendola giraniy  ya l khat , t kiliya dewira taybet a pendola xwer  bi dest bikeve, bi riya bicihkirina  $d = l$  u  $I_A = m.l^2$  di t kiliya dewir  de:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_A}{m \cdot g \cdot d}}$$

  bicihkirina nirxên b r  u bi kurtas kirin :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

### Li gor  l kol na b r :

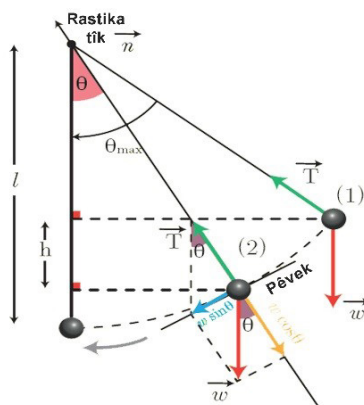
- Dewira pendola xwer  ne gir day  seng u cureya heybera goga w  ye.
- Pendol n bi firehiya bi uk, heman dewir in.
- Dewira pendola xwer  bi:
  - Kokdama dirêjahiya tay  l re, di nava r jedariyeke rast de ye.
  - Kokdama lez na k zana erd  g re, di nava r jedariyeke vaj  de ye.

### Encamgirtina t kiliya leza goga pendol  u t kiliya xurtiya potensiyela tay  daliqand  di xalek  de ji r geha xwe ve:

Goga pendol  ji rew a hevsengiya xwe ve ya t k , bi go eyeke  $\theta_{max}$  labirin u b y  lezeke destp k  bih lin:

- Ji bo d tina t kiliya leza gog  di rew a (2) de, p div  bi d tina h z n dervey  y n bandor  dikin heye, ew j  ev in:

- Giraniya gog :  $\vec{W}$
- Xurtiya potensiyela tay :  $\vec{T}$



Teoriya enerjîya tevgerî di navbera du rewşan de pêk bînin:

- Ta bi tîkê re goşeya  $\theta$  max çêdike.
- Ta bi tîkê re goşeya  $\theta$  çêdike.

$$\begin{aligned}\Delta E_{k(1-2)} &= \sum \vec{W}_{\vec{F}} \\ \overline{E}_{k(2)} - \overline{E}_{k(1)} &= \sum \overline{W}_{\vec{w}} + \overline{W}_{\vec{T}} \\ \overline{W}_{\vec{w}} &= m \cdot g \cdot h \quad \hat{U} \quad \overline{W}_{\vec{T}} = 0\end{aligned}$$

ji ber ku rahişteka  $\vec{T}$  di her kêliyê de li ser veguheştinê tîk e:

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 - 0 = m \cdot g \cdot h + 0 \dots \dots (1)$$

Ji teşe:

$$\begin{aligned}h &= l \cos \theta - l \cos \theta_{\max} \\ h &= l \cos \theta - \cos \theta_{\max}\end{aligned}$$

Di tîkiliya (1) de bi cih bikin:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} m \cdot v^2 &= m \cdot g \cdot l (\cos \theta - \cos \theta_{\max}) \Rightarrow \\ v^2 &= 2g \cdot l (\cos \theta - \cos \theta_{\max}) \Rightarrow \\ v &= \sqrt{2g \cdot l \cdot (\cos \theta - \cos \theta_{\max})}\end{aligned}$$

**Rewşeke taybet:** Dema derbasbûna di tîkê re  $\theta = 0$ , her wiha tîkilî dibe bi vî awayî:

$$v = \sqrt{2g \cdot l (1 - \cos \theta_{\max})}$$

- Ji bo dîtina tîkiliya hêza xurtiya tayê di rewşa (2) de: Tîkiliya bingehîn di tevgerandinê de pêk bînin:

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= m \cdot \vec{a} \\ \vec{w} + \vec{T} &= m \cdot \vec{a}\end{aligned}$$

Bi êxistina li ser tewareyeke ku li ser hilênerê  $\vec{T}$  yeksaneyî be û heman aliyê wê be (raşteka tîk):

$$-W \cos \theta + T = m \cdot a_c$$

Lê nirxê lezîna birêkûpêk:  $a_c = \frac{v^2}{l}$

Bicîhbûnê

$$\begin{aligned}T &= m \cdot \frac{v^2}{l} + m \cdot g \cos \theta \\ T &= 2m \cdot g (\cos \theta - \cos \theta_{\max}) + m \cdot g \cos \theta \\ T &= m \cdot g (3 \cos \theta - 2 \cos \theta_{\max})\end{aligned}$$

**Rewşeke taybet:** Dema derbasbûna di tîkê re  $\theta = 0$ , her wiha têkilî dibe bi  $v$  awayî:

$$T = m \cdot g(3 - 2 \cos \theta_{\max})$$

**Hêza mîkanîkî ya pendola giraniyî ya xwerû:**

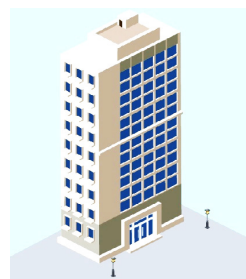
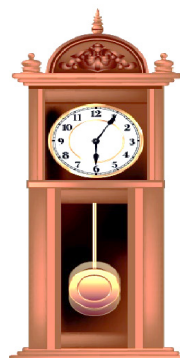
- Bi piştguhkirina hêzên ji enerjîyê re belavkirî, hêza mîkanîkî ya pendola giraniyî ya xwerû xwecih e, li gorî ku bi firehiyeke goşeyî xwecih  $\theta_{\max}$  li her du aliyên hevsengiya xwe ya tîkê, dilerize.
- Enerjiya mîkanîkî, ew komkirina her du hêzên potensiyela giraniyî û tevgerî ye, li gorî ku di dema derbaskirina pendolê di rewşa hevsengiya xwe ya tîkê re, pîvana enerjiya potensiyela giraniyî dibe teqaleya asoyî ya di navenda bêliviya gogê re derbas dibe:

$$E = E_K + E_p$$

## PIRSÊN NIRXANDINÊ

### 1- Bersiva raşt hîlbijêrin:

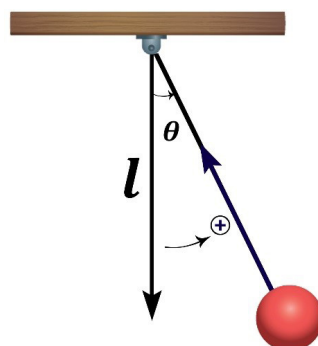
- Heger hûn biçin mala bapîrê xwe û sereraştkirina dempîva li ser dîwar daliqandî ji dapêra xwe bixwazin, li gorî ku ew dempîv ji şivekekê pêk tê ku bi dawiya wê ve girovereke ku berbijor û berbijêr bi aliyê raşt û çepê ve tev digere hebe, her wiha bi demjimêra bilêvkirî ve girêdayî ye û li demjimêra şeş tam nîşan dike, lê dempîv li demjimêra şeş û pênc xulekan nîşan dike, ji bo sereraştkirina demê divê:
  - Dempîv raweste û bi qasiyêke biçûk girover nizim bibe û piştî careke din were vêxistin.
  - Dempîv raweste û bi qasiyêke biçûk girover bilind bibe û piştî careke din were vêxistin.
  - Tîra xulekan sereraşt bibe û vegerandina wê, ji bo li şeş tam nîşan bike.
  - Pênc xulekan dempîv raweste û piştî careke din were vêxistin.
- Du dempîvên wekhev li ser erdê bi dema herêmî birêkûpêkkirî ne, ya destpêkê di qata erdî ya avahiyêke bilind de deynin, lê ya duyem di qata dawî de deynin, wê demê bi xwecihbûna pileya germahiyê piştî mehekê:
  - Li heman demê nîşan dikin.
  - Pêşketina dempîva yekem û sereraştkirina wê.
  - Paşketina dempîva duyem û sereraştkirina wê.
  - Paşketina dempîva yekem û sereraştkirina wê.
- Têleke hesinî, têleke sifirî û tayek bi heman dirêjahî 1 m heye û gogeke hesinî û yeke darî bi heman qebareyê heye, heger bê xweştin ku di herêmeke germ de, pendoleke xwerû bê çêkirin li gorî ku dewira wê di navbera roj û şevê de neyê guherîn, wê demê baştirîn hîlbijartin ev e:
  - Têla hesinî bi goga hesinî re.
  - Têla sifirî bi goga hesinî re.
  - Têla hesinî bi goga darî re.
  - Ta bi goga darî re.



## 2- Girêftariyên li jêr çare bikin:

Heger  $\pi^2 = 10$  .  $\pi = 3.14$   $4\pi = 12.5$   $g = 10 \text{ m/s}^2$  be:

- Weke di teşe de diyarkirî ye, xelekeke hesinî ku nîveşkêla wê  $r = 12.5 \text{ cm}$  û senga wê  $m = 0.05 \text{ kg}$  be, bi tewareyeke asoyî xwecih ve, daliqînin.
  - Nirxê dewira vê pendolê ji bo firehiyên biçûk bibînin.
  - Heger torika bêliviya xelekê li derdora tewareyeke li ser teqaleya xwe tîk be û di navenda bêliviya xwe  $I_{(\Delta C)} = m \cdot r^2$  re derbaskirî be, wê demê ji bo firehiyên goşeyî yên biçûk, dewira taybet ji lerizîna vê pendolê re bibînin.
  - Dirêjahiya pendola xwerû bibînin.
- Gogêke biçûk senga wê  $m = 0.5 \text{ kg}$  be weke xaleke heyberî bi tayekê ku senga wê piştguhkirî be daliqînin, dirêjahiya wê neyê vezilandin  $l = 1.6 \text{ m}$ , pendoleke giraniyî û xwerû çêdike, piştêre ji bo tayê pendolê bi tîkê re goşeya  $\theta$  çêke, gogê li teqaleyê asoyî labirînê ku di rewşa hevsengiya xwe ya tîkî de, ji teqaleya asoyî ya tê re derbaskirî bi qasî  $h = 0.8 \text{ m}$  bilind dibe û bêyî lezeke destpêkê bihêlin.
  - Bi simbolan tîkiliya leza gogê, dema derbasbûna wê di tîkê re, encamê bigirin û piştêre nirxê wê bibînin.
  - Nirxê goşeya  $\theta$  bibînin.
  - Dewira pendolê bibînin.
  - Bi simbolan tîkiliya xurtiya hêza tayê, dema derbasbûna wê di tîkê re, bibînin û piştêre nirxê wê bibînin.



## WANE 4

# MÎKANÎKA RONÊN BITEVGER

Ji ronatiyan re roleke sereke di jiyana me de heye, di laşê me de bi riya şîndamar û sordamaran digere û gemî li ser ruyê wê bi ser dikeve û balafir tê de difire û di motorên tirimbêlan û alavên sarkirin û germkirinê de tev digere.



### ► Ronatî çi ne?

### ► Zagonên ku tevgera wê kontrol dikin çi ne?

Ron û gaz hêzên hevgrirtinê di navbera molekulên wan de lawaz in, bi teşeyeke destnîşankirî namînin, Molekulên wê tevger dikin li gorî ku teşya wê heman teşya qaba tê de cih digire, bi hêsani ji hêzên derveyî yên ku hewil didin teşya wê biguherin bersivdar e, ji ber vê yekê ron û gaz bi navê ronatî tên naskirin.

### Taybetiyên mîkanîkî ji ronatiyên bitevger re:

Ronatî bi bandoriya hêzên derveyî dikarin biherikin, ji bo diyarkirina tevgera wê di kêliyê de, divê tîrbûna ronatiyê, dewisîna wê, leza wê, pileya germahiya wê were naskirin.

Ji bo hêsankirina lêkolîna ronatiyan, parçekoka ronatî lêkolîn bikin, ew jî parçeyek ji ronatiyê ye, durahiyên wê li gorî durahiyên ronatiyê gelekî biçûk in û li gorî molekulên ronatiyê mezin in.

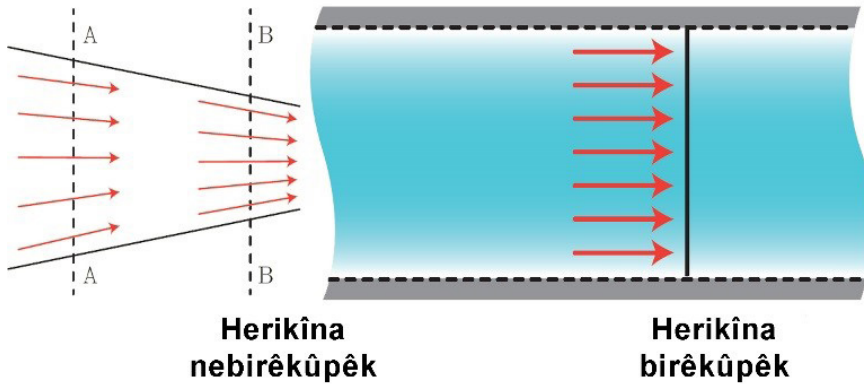
### Pênaseyên bingehîn:

#### • Herikîna bicîbûyî:

Herikîna ku leza parçekokên ronatiyê bi demê re û di heman xalê de ji xêzika herikînê re, xwecih e.

Heger bi demê re ji xalekê heta xala din lez bê guherîn, wê demê herikîna bicîbûyî nebirêkûpêk e, lê heger bi demê re, di hemû xalên ronatiyê de lez xwecih be, wê demê herikîna bicîbûyî birêkûpêk e.



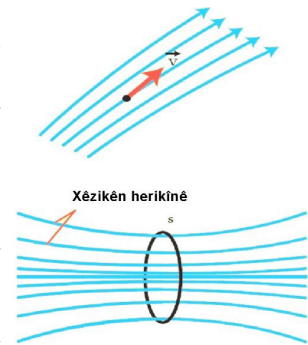


• **Xêzika herikînê:**

Xêzikeke aşopî ye, rêgeha parçekoka ronatiyê di dema herikîna wê de dide xuyakirin, li gorî ku di her xalê jî xalên xwe dibê pêveka tîra lezê di heman xalê de.

• **Tûpa deravêtinê:**

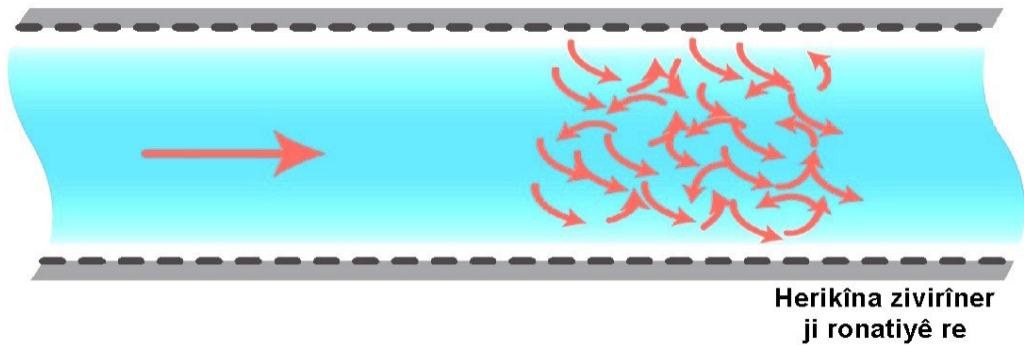
Heger rûbereke biçûk û li ser aliyê herikîna ronatiya xwedî herikîneke birêkûpêk tîk hebe, her wiha heger li ser derdora vê rûberê xêzikên herikînê werin xêzkirin, tûpeke aşopî tê bidestxistin ku ronatiyê bihewîne û bi navê tûpa herikînê tê naskirin.



• **Taybetiyên ronatiya nimûneyî:**

Ronatiya nimûneyî bi van taybetiyan tê diyarkirin:

- **Di tûpa girtî de nayê dewisandin:** Senga wê ya qebareyî bi demê re xwecih e.
- **Ne lînc e:** Hêzên hesûnkirina hundirîn di navbera pêkhatyên wê de, dema ku li gorî hev tev digere, piştguhkirî ne, her wiha enerjî wînda nabe.
- **Herikîna wê ne birêkûpêk e:** Ji tevgera parçekokên wê re xêzikên herikînê hene û leza parçekokên wê li cem xaleke destnîşankirî, bi demê re xwecih e.
- **Herikîna wê ne zivirîner e:** Parçekokên ronê tevgera zivirîner li derdora çî xalê di riya herikînê de, tevger nake.

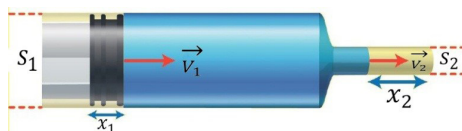


### Encam:

1. Leza deravêtina ronê di tûpekê de, bi kêmbûna rûbera parçeya tûpê, zêde dibe.
2. Navîniya deravêtina sengî  $Q$  ji ronê re, senga qasiya ronê ye, ya ku di mena demê de parçeya tûpê derbas dike û  $Q = \frac{m}{\Delta t}$  têkiliya wê ye û di sîstema navnetewî de bi vê menê tê pîvan:  $kg.s^{-1}$
3. Navîniya deravêtina qebareyî  $Q'$  ji ronê re, qebareya qasiya ronê ye, ya ku di mena demê de parçeya tûpê derbas dike û  $Q' = \frac{v}{\Delta t}$  têkiliya wê ye û di sîstema navnetewî de bi vê menê tê pîvan:  $m^3.s^{-1}$

### Encamgirtina bîrkarî ji hev kêşeyên berdewamiyê re:

Heger ronek di hundirê tûpekê de tev bigere li gorî ku rûbera her du parçeyên aliyên wê ji yê din cuda ne  $s_1$ ,  $s_2$  û qasiya ronê ku li cem parçeya  $s_1$  di demeke destnîşankirî de dikeve tûpê de, yeksanî qasiya rona ku di heman demê de ji parçeya tûpê  $s_2$  derdikeve (Ron di hundirê tûpê de kom nabe û tam wê dadigire û herikîna wê berdewam e):



Heger  $v_1$  leza ronê di parçeya  $s_1$  re be û  $v_2$  leza ronê di parçeya  $s_2$  re be, wê demê qebareya qasiya rona  $V_1$  ya ku parçeya  $s_1$  bi dirêjahiya  $x_1$  di dema  $\Delta t$  de derbas dike wiha ye:

$$V_1 = s_1 \cdot x_1 \dots \dots (1)$$

Lê:  $x_1 = v_1 \cdot \Delta t$

Bicîhbûna nîrxê  $x_1$  di têkiliya (1) de:

$$V_1 = s_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t$$

Qebareya qasiya ron ya parçeya  $s_2$  bi dirêjahiya  $x^2$  di dema  $\Delta t$  de wiha ye:

$$V_2 = s_2 \cdot x_2 \cdot \Delta t \dots \dots (2)$$

Lê:  $x_2 = v_2 \cdot \Delta t$

Bicîhbûna nîrxê  $x_2$  di têkiliya (2) de:

$$V_2 = s_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

Ji ber ku qebareya qasiya rona ku parçeya  $s_1$  derbas kiriye, yeksanî qebareya qasiya rona ku parçeya  $s_2$  derbas kiriye, di heman demê de ye:



$$Q'_1 = Q'_2 \Rightarrow \frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t}$$

Bicîhbûna nîrxên  $V_1$  û  $V_2$  di têkiliya bûrî de:

$$\frac{V_1}{\Delta t} = \frac{V_2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{s_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t}{\Delta t} = \frac{s_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t}{\Delta t}$$

Piştî kurtasiyê, ev têkiliyê bi dest dikeve:

$$s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{s_1}{s_2}$$

Ango: Leza deravêtina ronê bi rûbera parçeya tûpa ku ron jê derdikeve re, di nava rêjedariyeke vajî de ye û bi giştî em dikarin wiha binivîsin:

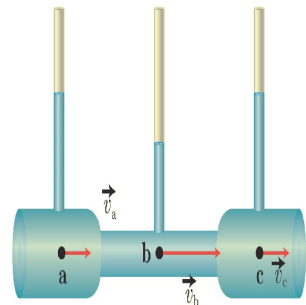
$$Q' = s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2 = \text{const}$$

**Hevkêşeya Bernolî di herikîna bicîbûyî de:**

Bi riya çalakiyê ev tê dîtin:

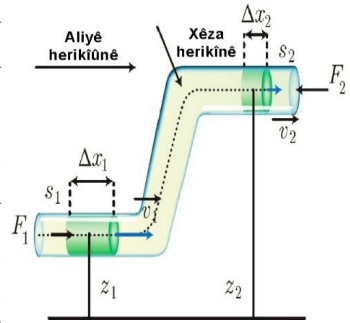
a) Çi qasî leza ronê zêde dibe, dewisîna wê kêmtir dibe.

b) Li cem xalek ji xalên xêzîka herikîna ji rona ku herikîna wê bicîbûyî ye, komkirina dewisîn û enerjîya tevgerî ji mena qebareyê re û enerjîya potensiyela giraniyî ji mena qebareyê re, yeksanî qasîyike xwecih e.



## Encamgirtina bîrkarî ji hev kêşeya Pernolî re:

Dema ku qasiyeke biçûk ji ronê di navbera du parçeyan re derbas dibe, li gorî ku rûbera parçeya yekem  $s_1$  be, dewisîn li cem wê  $P_1$  be, leza herikîne wê  $v_1$  be û bilindahiya ji teqaleyê ve gerînerî  $z_1$  be, û heger rûbera parçeya duyem  $s_2$  be, dewisîn li cem wê  $P_2$  be, leza herikîne wê  $v_2$  be û bilindahiya ji teqaleyê ve gerînerî  $z_2$  be. Karê bi tevahî mezaxtî ji bo tevgerandina senga ron ji parçeya yekem ta parçeya duyem, yeksanî komkirina karê hêza giraniyê û karê hêza dewisîna ronê ye.



- Karê hêza giraniyê:  $W_w = -m \cdot g(z_2 - z_1)$
- Karê hêza dewisîna ronê

Ruyê parçeyê  $s_1$  bi hêza  $F_1$  bandor dibe û heman aliyê hêza herikîne ye, xala bandoriya wê bi qasî  $\Delta x$  di demekê de vediguze, ji ber vê yekê karê motorê (pozîtîv) dike:

$$W_1 = F_1 \cdot \Delta x$$

$$\text{Lê: } F_1 = P_1 s_1 \Rightarrow W_1 = P_1 \cdot s_1 \cdot \Delta x_1$$

$$\text{Lê: } s_1 \Delta x_1 = \Delta V \Rightarrow W_1 = P_1 \cdot \Delta V$$

Li gorî ku  $\Delta V$  qebareya qasiya rona ku parçeya  $s_1$  di demekê  $\Delta t$  de derbas dike.

Ruyê parçeyê  $s_2$  bi hêza  $F_2$  bandor dibe û dijberî hêza herikîne ye, xala bandoriya wê bi qasî  $\Delta x_2$  di demekê  $\Delta t$  de vediguze, ji ber vê yekê karê xwegir (negatîv) dike.

$$W_2 = -F_2 \cdot \Delta x_2$$

$$F_2 = P_2 s_2 \Rightarrow W_2 = -P_2 \cdot s_2 \cdot \Delta x_2$$

$$\text{Lê: } s_2 \cdot \Delta x_2 = \Delta V$$

Li gorî ku  $\Delta V$  qebareya qasiya rona ku parçeya  $s_2$  di demekê  $\Delta t$  de derbas dike û yeksanî qebareya qasiya rona ku parçeya  $s_1$  di demekê  $\Delta t$  de derbas dike, ew jî ji ber ku ron nayê dewisandin:

$$W_2 = -P_2 \cdot \Delta V$$

Karê tevahî wiha çêdibe:

$$W_T = W_w + W_1 + W_2$$

$$W_T = -m \cdot g (z_2 - z_1) + P_1 \cdot \Delta V - P_2 \cdot \Delta V$$

$$W_T = -E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_1^2$$

$$-m \cdot g (z_2 - z_1) + P_1 \cdot \Delta V - P_2 \cdot \Delta V = \frac{1}{2} M \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_1^2$$

Lê:  $m = \rho V$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot z_2$$

$$P + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot z = \text{const}$$

Ev hev kêşeya pernolî ye, ya ku teoriya Bernolî nîşan dike, yek ji awayên parastmendiya enerjîyê ye.

Qasiya  $\rho \cdot g \cdot z$  ji bo mena qebareyan ji ronê, enerjîya potensiyela giraniyê (enerjîya rewşê) nîşan dike, lê qasiya  $\frac{1}{2} \rho \cdot v^2$  ji bo mena qebareyan ji ronê, enerjîya tevgerî nîşan dike.

Her wiha divê dewisîna  $P$  enerjîya mena qebareyan jî be, ji bo menên qasiyên di hev kêşeyê de yek cure bin, ew pêk tê heger menên dewisîne bîna nivîsîn:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ N} \cdot \text{m/m}^3 = 1 \text{ J/m}^3$$

**Rewşeke taybet:** Heger tûp asoyî be:  $z_1 = z_2$

$$P_1 \cdot \frac{m}{\rho} + \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 = P_2 \cdot \frac{m}{\rho} + \frac{1}{2} m \cdot v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

Heger tûp asoyî be, ev hev kêşeya Bernolî ye.

**Pêkanînen li ser hev kêşeya Bernolî:**

**1. Rawestandina ronatiyan û hev kêşeya Manometreyê:**

Dibe ku hev kêşeya Manometre ji hev kêşeya Bernolî, bi dest bikeve, heger ron di tûpê de rawestî be, angî  $v_1 = v_2 = 0$  be:

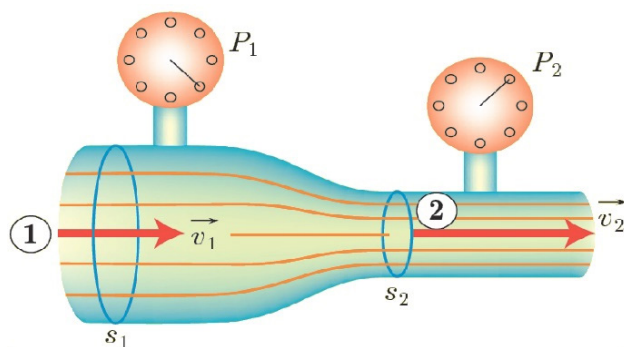
$$P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot z_2 - \rho \cdot g \cdot z_1 = \rho \cdot g (z_2 - z_1) = \rho \cdot g \cdot h$$

Ev hev kêşeya Manometre ye (Zagona dewisîne di ronên rawestî de ye.)

## 2. Tûpa Fentorî:

Tûpa Fentorî ji tûpeke ku rûbera parçeya wê  $s_1$  be pêk tê, di herêmeke ku dewisîna wê  $P_1$  be, roneke bi leza  $v_1$  tê de diherike û digihêje fetisîna rûbera wê  $s_2$  û ji bo naskirina cudahiya dewisînê di navbera qurmê bingehîn û fetisînê de, tûpa Fentorî bi kar bînin.

di navbera her du xalên (1) û (2) de yên ku di heman teqaleya asoyî de, hev kêşeya Bernolî pêk bînin:



$$P_1 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 - P_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2$$

Lê:  $s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left[ \left( \frac{s_1}{s_2} \right)^2 - 1 \right] \cdot v_1^2$$

Cudahiya dewisînê di navbera du xalan de, bi alîkariya alava pîvana dewisînê, tê pîvan.

$$s_1 > s_2 \Rightarrow P_1 > P_2$$

Ango: Dewisîna di fetisînê de, kêmî dewisîna di qurmê bingehîn de yê tûpê ye.

Sûd ji vê taybetiyê di bijîşkiyê de tê girtin, Dibe ku ji ber kombûna dohn û bezan, parçeya sordamaran di herêmekê de kêm bibe, ev tişt herikîna xwînê di sordamaran de asteng dike û dewisîna xwînê di herêmên tengbûyî de, ji nixê xwe yê xwezayî yê ji xwegira dewisînê derveyî re pêwîst, kêm bibe.

### 3- Tûpa Pîtot:

Tûpa pîtot ji bo pîvana leza herikîna ronekê di herêmekê de bi kar tê, li gorî ku manometre cudahiya di navbera du xalan de dipêve ku lez li cem xalekê piratîkî sifir e.

Ji hev kêşeya Bernolê:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2$$

$$\text{Lê: } P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot h$$

Bicîhbûnê di hev kêşeya bûrî de, têkiliya lezê tê dîtin:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\rho' \cdot g \cdot h}{\rho}}$$

Ji ber ku  $\rho \hat{=} \rho'$  berê naskirî ne, dibe ku alav mîheng bibe li gorî ku bi naskirina bilindahiyê  $h$ , lez bê xwendin.

## PIRSÊN NIRXANDINÊ

### 1- Bersiva raşt hîlbijêrin:

- Dema bayekî asoyî li cem devê kulekekê ya tîkî radibe, leza derketina dûyê ji devê kulekekê:
  - a) zêde dibe
  - b) kêr dibe
  - c) nayê guherîn
  - d) dibe sifir
- Dibe ku encam şîrove bibe li gorî:
  - a) zagona Paskal
  - b) zagona Pernolî
  - c) zagona Arxemîdis
  - d) hev kêşeya ber dewamiyê

### 2. Rona nimûneyî:

- a) tê dewisandin û ne lîncibûyî ye.
- b) nayê dewisîn û lîncibûna wê ne piştguhkirî ye.
- c) nayê dewisîn û ne lîncibûyî ye.
- d) tê dewisandin û lîncibûna wê ne piştguhkirî ye.

3. Rûbera parçeya xortûmekê li cem cihê derbasbûna avê  $s_1$  e û leza herikîna avê li cem wî cihê  $v_1$  e, wê demê li gorî ku rûbera parçeyê  $s_2 = \frac{1}{6}s_1$  ye, leza derketina avê  $v_2$  ji dawiya xortûmê yeksanî:

- a)  $v_1$
- b)  $\frac{1}{4}v_1$
- c)  $6v_1$
- d)  $16v_1$

### 2- Bi riya tîkiliyên bîrkariyê, raveyeke zaniştî bidin:

- Cudahiya leza herikîna avê di parçeyên ku rûberên wan cuda bin, di riya çemekî ku herikîna wê asoyî be.
- Derketina perdeyên pencereyên vekirî li derveyî tirimbêlê, dema ku bi lezeke destnîşankirî tev digere.
- Nehevbirîna xêzikên herikîna ji ronekê re.
- Rakêşbûna avê bi lezeke mezin ji kuneke biçûk ku di dîwarê xortûma ku avê vediguhêze, çêbûyî.
- Rûbera kunên gazê di agirpija gazê de gelekî biçûk in.
- Dema ku bahoz radibe, divê pencere di malên darî de vebin.
- Tirimbêlên agirkujiyê dikare avê bigihîne bilindahî û dirêjahiyên mezin.



### 3- Girêftariyên li jêr çare bikin:

1. Ji bo dagirtina depoya avê bi qebareya **600 L** bi avê, xortûma ku rûbera parçeya wê **5 cm<sup>2</sup>** hat bikaranîn, ev bikaranîn **300 s** ma.

a) Navîniya diravêtina qebareyê  **$Q$**  bibînin.

b) Leza diravêtina avê ji kuna xortûmê bibînin.

c) Heger parçeya xortûmê bibe  $\frac{1}{4}$  ji qebareya xwe ya resen, gelo wê leza diravêtina avê ji kuna xortûmê çiqas be?

2. Avhilmijek bi riya tûpeke ku rûbere parçeya wê  **$s_1 = 10 \text{ cm}_2$**  be, avê ji depoya erdê radike depoyeke li ser avahiyekê, heger rûbera parçeya tûpa ku di depoya jorîn de vala dike  **$s_1 = 5 \text{ cm}^2$**  be û navîniya diravêtina avê  **$Q' = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$**  be:

a) Leza avê dema bikeve tûpê de û li cem kuna derketina wê ji tûpê, bibînin.

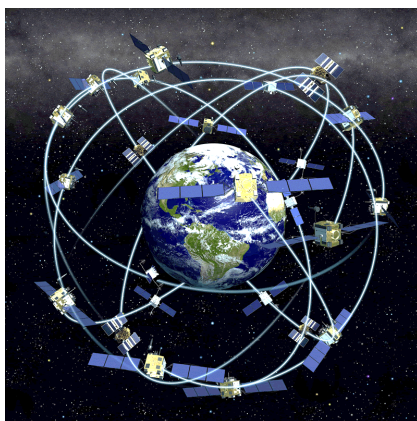
b) Heger dewisîna atmosferê  **$1 \times 10^5 \text{ Pa}$**  be û bilindahiya di navbera her du devan de **20 m** be, nixê dewisîna avê dema bikeve tûpê de bibînin.

c) Karê mîkanîkî yê ji bo diravêtina avê (hilmijantina) **100 L** av li depoya jorîn bibînin.

$$g = 10 \text{ m/s}^2 \quad . \quad \rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

## WANE 5

### RÊJEYA TAYBET



Gelek qasiyên fizîkî, qasiyine rêjeyî ne, ango nîrxê wê bi cudahiya komika hevrûkirinê re tê guherîn, gelo ev tişt li ser demê tê bikaranîn?

- Gelo bi cudahiya komika hevrûkirinê, dema diyardeyê cuda dibe?
- Ji bo dirêjahî û sengê çawa ye?

#### Her du dîtaneyên Aynîstayn:

- Kesekî bitevger tîrekê bi aliyê tevgera xwe ve berdide, gelo leza tîrê li gorî kesê ku tîr berda û li gorî çavdêrekî din ku li ser rê rawestiyayî ye cuda ye?
- Heger kesekî bitevger gulopek bi aliyê tevgera xwe ve vêxişt, dibe ku leza şewqa ji gulopê derketî li gorî wî kesî, heman be li gorî çavdêrekî rawestiyayî?

#### Encam:

1. Lez têgîneke rêjeyî ye, bi cudahiya komika hevrûkirinê cuda dibe.
  2. Çi qasî leza çavkaniya şewqî yan leza çavdêr cuda be, leza belavbûna şewqê di heman cihê de xwecih e
- Her du zanyarên Maykîlson û Morlî di çalakiya xwe de ji bo tekezkirina hebûna valahiyê (cihê belavbûna şewqê), hewil dan ku cudahiya di navbera leza tîreke şewqî ya bi aliyê zivirandina erdê li derdora rokê hatiye avêtin û leza tîreke şewqî ya li ser wê tîk de lêkolîn bikin, ji ber ku leza belavbûna şewqê di hemû rewşan de heman bû.

• Çalakiya Maykilson û Morlî, yek ji sedemên biserketina teoriya rê-  
 jeyî ji Aynîştayn re ye, yê ku hebûna valahiyê tune kir û tekez kir ku  
 çî qasî leza çavkaniya şewqî yan jî leza çavdêr cuda bibe, leza şewqê  
 di cihekî destnîşankirî de xwecih dimîne.

**Encam:**

Leza belavbûna şewqê di valahiyê de:  $c = 3 \times 108 \text{ m/s}$  û ev jî dî-  
 taneya yekem a Aynîştayn e.

**Bihizirin:**

Çalakiyeke dîtina lezîna kêşana erdê bi pendola giraniyî ya xwerû di  
 laberatuwarê de çêbû, heman çalakî di hundirê baseke ku bi lezeke  
 raşt a birêkûpêk diçe, dubare bû.

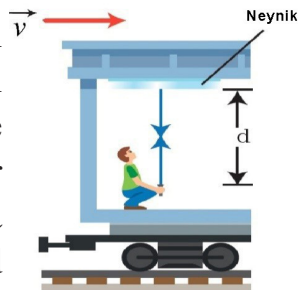
- Gelo wê encamên her du çalakiyan cuda bin?
- Li ser hemû zagonên fîzîkî pêk tê yan na?

**Encam:**

Zagonên fîzîkî di hemû komikên hevrûkirina bêlivî de, heman in û ev  
 jî dîtaneya duyem a Aynîştayn e.

**Firehbûna demê:**

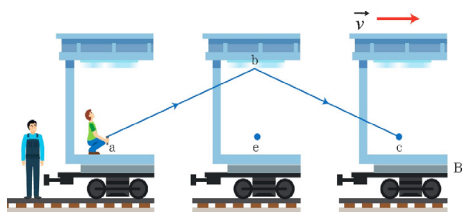
Heger tirênek bi lezeke xwecih  $v$  bimeşe ku li ser fergûneke wê mirêkek raşt bicihbûyî be û di  
 destê çavdêrekî di heman fergûnê de rawestî be  
 û bi qasî  $d$  ji çavkaniyeke şewqî bilind be, çavdêr  
 çirûskê bi aliyê mirêkê dişîne û di vegerandina  
 li çavkaniyê de dema  $t_0$  ku ev çirûsk dibe, qeyid  
 dike.



Durahiya leza tîra şewqî  $c$  wiha ye:

$$c = \frac{2d}{t_0} \Rightarrow d = \frac{c \cdot t_0}{2} \dots \dots (1)$$

Lê li gorî çavdêrekî derveyî tirênê rawestî û di kêliya deravêtina  
 çirûskê de li ser heman rastekê bi çavkaniya şewqî re be, dema ku  
 çirûsk dide ji bo vegere çavkaniyê,  $t$  ye, gelo  $t_0 = t$  ye?



Li gorî çavdêrekî derveyî, dirêjahiya ku çirûsk qut dike ji bo vegere çavkaniyê  $(ab + bc)$  e.

Heger em mîkanîka kilasîkî pêk bînin, em ê leza tirênê  $v$  li leza şewqê zêde bikin, lê li gorî teoriya rêjeyî ya taybet, leza şewqê bi guherîna çavdêr re nayê guherîn.

Çawa şewq dirêjahiyeke mezintir bi heman lezê qut kir?

$$c = \frac{ab + bc}{t}$$

$$c = \frac{2ab}{t}$$

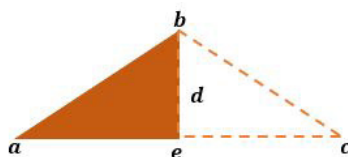
$$ab = \frac{c \cdot t}{2}$$

Çavkanî ji xala  $a$  veguheşt xala  $c$ :

$$v = \frac{a \cdot c}{t}$$

$$v = \frac{2a \cdot e}{t}$$

$$ae = \frac{v \cdot t}{2} \dots \dots (2)$$



Li gorî teoriya Pythagoras di sêgoşeya tîk  $abe$  de:

$$t = \frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}} \dots \dots (3)$$

Ji têkiliya (1):

$$t_0 = \frac{2d}{c}$$

Bi parvekirina têkiliya (3) li ya (4):

$$\frac{t}{t_0} = \frac{c}{\sqrt{c^2(1 - \frac{v^2}{c^2})}}$$

Rêjeyê bi nav dikin:  $\gamma = \frac{t}{t_0}$

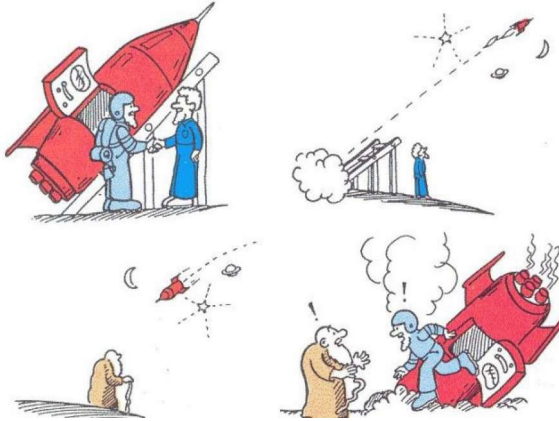
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{t}{t_0} > 1 \Rightarrow t = \gamma \cdot t_0$$

## Encam:

Di tevgerê de, dem fireh dibe.

## Rahêneke çarekirî: Cudakirina cêwîyan:

Heger du birayên cêwî hebin, birayek aîronotek be û bi lezeke nêzî leza şewqê di valahiyê de  $v = \sqrt{\frac{899}{30}} c$  bifire û heger di rêwîtiya xwe de li gorî dempîveke pê re saleke tenê ma, gelo birayê wî yê cêwî li ser erdê çi qasî li benda wî ma ji bo ji rêwîtiya xwe vegere?



## Çare:

Dema ku dempîva bi aîronot re qeyd kir:  $t_0 = 1$  sal Dema ku çavdêrê derveyî (birayê cêwî yê li ser erdê ma  $t$ ) qeyid kir:

$$t = \gamma \cdot t_0$$
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{899}{900} \cdot \frac{c^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{899}{900}}} = 30$$

$$t = 30 \times 1 = 30 \text{ sal}$$

Ango: Birayê cêwî sih salî ma heta ku rêwîtiya birayê wî yê cêwî ku li gorî wî saleke tenê ma, bi dawî bû.

Kurtbûna dirêjahîyan:

Heger du çavdêr hebin, çavdêrek di rawestgeha deravêtinê de be li ser erdê û yê din jî ropotek di keştayeke valahiyê de be ku li gorî çavdêrê yekem, bi aliyê rokê de, bi lezeke xwecih  $v$  ji rawestgeha valahiyê derket.

Hejmarînk di rawestgehê de, li ser erdê ev qeyid kirin:

Dirêjahiya di navbera erd û rokê de  $l_0$  e û dema ku keşteya valahiyê di rêwîtiya xwe de qut dike  $t$  ye:

$$l_0 = v \cdot t$$

Hejmarînkên keşteya valahiyê van daneyan qeyid dike:

Dirêjahiya di navbera erd û rokê de  $l_0$  e û dema rêwîtiyê  $t_0$  e:  $l = v \cdot t_0$

Bi parvekirina her du têkiliyan li hev:

$$\frac{l_0}{l} = \frac{t}{t_0}$$

Lê dema ku rêwîtiya keşteya valahiyê qut dike, li gorî çavdêrê yekem fireh dibe, angû:

$$t = \gamma \cdot t_0 \Rightarrow \frac{l_0}{l} = \frac{\gamma \cdot t_0}{t_0} \Rightarrow l = \frac{l_0}{\gamma}$$

Lê li gorî dirêjahiya keşteya valahiyê (li gorî rêgeha leza wê) dibe  $l$  li gorî çavdêrê erdê di rawestgehê de, ji ber ku keşteya valahiyê li gorî wê bitevger e û li gorî çavdêrê di keşteya valahiyê de dibe  $l_0$ , wê demê dirêjahiya keşteyê li gorî çavdêrê li erdê kintir e li gorî çavdêrê di keşteyê de.

### Encam:

Di tevgerê de, dirêjahî kin dibe (tê hev).

### Rahênaneke çarekirî (1):

Tirimbêlek di **50 s** de **1 km** qut dike, li gorî çavdêrek li ser erdê, gelo li gorî çavdêrek ji keşteyê valahiyê ku ji erdê bi leza  $v = 0.95 c$  çûye, heman dirêjahiyê di çi qas dem de qut dike?

Li gorî ku:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.9025}} = 3.2$$

- 1) Heger keştî li ser xêzika rêgeha tirimbêlê, tîkî biçê.
- 2) Heger bi xêzika rêgeha tirimbêlê deravêtî be.

### Çare:

1) Kêmbûn di dirêjahiyê de tune ye, ji ber ku aliyê keşteya valahiyê li ser dirêjahiya qutkirî tîk e, ji ber vê yekê li gorî çavdêr, tirimbêl **1 km** qut dike, di demekê de bi qasî:

$$t = \gamma \cdot t_0 \Rightarrow t = 3.2 \times 50 = 150 \text{ s}$$

Li gorî çavdêr, kêmbûn di dirêjahiyê de çêdibe bi qasî:

$$l = \frac{l_0}{\gamma} \Rightarrow l = \frac{1}{3.2} = 0.312 \text{ km}$$

2) Li gorî çavdêr di keşteyê de, tirimbêl dirêjahiyêke **1 km** di **50 s** de qut dike, ango li gorî çavdêr di keşteyê de, tirimbêl **0.312 km** di **160 s** de qut dike, li gorî:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.9216}} = 3.5$$

### Rahênaneke çarekirî (2):

Heger dema rasteqînî ji mayîna parçekokekê di laboratuwarekê de  **$100 \times 10^{-6}$  s** be:

1) Heger di laboratuwarê de parçekok bi leza  **$v = 0.96 c$**  bitevger be, gelo dema mayîna wê çiqas e?

2) Di dema mayîna parçekokê di laboratuwarê de, gelo dirêjahiya ku qut dike çiqas e?

3) Li gorî çavdêrekî di komika spartina parçekokê de xwecih, gelo dirêjahiya ku parçekok qut dike, çiqas e?

### Çare:

1) Di riya çavdêrekî li gorî bûyerê xwecih, dema rasteqînî ji gewd-eyekê re tê pîvan û ev tişt tê wateya ku:

$$t_0 = 100 \times 10^{-6} \text{ s}$$

Bi pêkanîna hevkeşeya derengiya demî ji bo dîtina demê:

$$t = \gamma \cdot t_0 \Rightarrow t = 3.5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

2) Dirêjahiya ku parçekok di laboratuwarê de di dema mayîna wê de, qut dike:  $l_0 = v \cdot t \Rightarrow l_0 = 0.96 \times 3 \times 10^8 \times 3.5 \times 10^{-4} \Rightarrow l_0 = 100800 \text{ m}$

3) Dirêjahiya ku parçekok li gorî çavdêrekî xwecih di komika spartina parçekokekê de, qut dike:

$$l = \frac{l_0}{\gamma} \Rightarrow l = 28800 \text{ m}$$

## Hînadariyên refî:

1) Dirêjahiya keşteyêke valahiyê li ser erdê **100 m** ye, dema firandinê dirêjahiya wê bû **99 m**, gelo leza keşteyêke çi qas e?

2) Çavdêrek li ser peyarêyêke rawestgeha tirênê rawestî ye, tirênêk bi leza  $v = 0.8 c$  derbas dibe, ev çavdêr dirêjahiya peyareyê dipêve û dibîne ku **60 m** ye û dibîne ku destpêka tirênê û dawiya wê li ser her du dawiyên peyarêyê yeksaneyî ne.

- Li gorî çavdêrê li ser peyarêyê rawestî, dema pêwîst a ku derbasbûna tirên di xaleke xwecih re li ser peyareyê qut dike, çi qas e?
- Dirêjahiya raşteqînî ji tirênê re (weke ku siwarekî tirênê dipêve) çi qas e?
- Dirêjahiya peyarêyê weke ku siwarekî tirênê dipêve, çi qas e?
- Li gorî xaleke xwecih li ser peyareyê, dema pêwîst a ku derbasbûna tirên qut dike weke ku siwarekî tirênê dipêve, çi qas e?

## Hemberiya sengê – enerjî:

Di mekanîka kilasîk de seng ji bo lezên ku li gorî leza belavbûna şewqê di valahiyê de biçûk in, xwecih e. Lê belê di mekanîka rêjeyî de seng tê guhartin û bi zêdebûna lezê re zêde dibe.

$$m = \gamma \cdot m_0$$

Li gorî ku:

**m**: Di tevgerê de seng e, **m<sub>0</sub>**: Di rawestandî de seng e.

**Ji ku derê ev zêdebûn di sengê de hatiye?**

$$\Delta m = m - m_0$$

$$\Delta m = \gamma \cdot m - m_0$$

$$\Delta m = m_0 \left[ \frac{1}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}} - 1 \right]$$

$$\Delta m = m_0 \left[ \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1 \right]$$

Li gorî zagona giroverkirinê  $(1 + \bar{\epsilon})^n \approx 1 + n\bar{\epsilon} : \epsilon \ll 1$  ji bo lezên biçûk:

$$\Delta m = m - m_0 = m_0 \left(1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1\right)$$

$$\Delta m = m - m_0 = \frac{1}{2} m_0 \cdot \frac{v^2}{c^2} \dots (1)$$

$$\Delta m = \frac{E_k}{c^2}$$



**Encam:**

Dema ku gewde tev digere, bi qasiyeke yeksanî enerjîya xwe ya tevgerî belavî hejmareke xwecih  $c^2$ , senga wê zêde dibe, ango seng hemberî enerjîyê ye.

**Enerjîya tevahî di mîkanîka rêjeyî de:**

Têkiliya (1) hevdanî xweciha  $c^2$  bikin:

$$m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 = \frac{1}{2} m_0 \cdot v^2$$

$$m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 = E_k$$

$$E = E_0 + E_k$$

**Encam:**

Enerjîya tevahî di mîkanîka rêjeyî de, komkirina her du enerjîyên potensiyel û tevgerî ye.

Ango: Enerjîya potensiyelê:  $E_0 = m_0 \cdot c^2$

Enerjîya tevgerî:  $E_k = E - E_0$

Enerjîya tevahî:  $E = m \cdot c^2$

**Rahênaneke çarekirî:**

Elektronek di tûpeke televîzyonê de, bi enerjîyeke tevgerî  $27 \times 10^{-16} J$  tev digere.

1. Ji bo zêdebûna di senga elektronê de bi encama enerjîya wê ya tevgerî, rêjeya sedî bibînin.
2. Enerjîya rawestiyî bibînin.

Heger  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$  be.

**Çare:**

1-

$$E_k = m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2$$

$$E_k = (m - m_0) c^2$$

$$m - m_0 = \frac{E_k}{c^2}$$

$$m - m_0 = \frac{27 \times 10^{-32}}{(3 \times 10^8)^2} = 3 \times 10^{-32} \text{ kg}$$

$$\text{Rêjeya sedî} = \frac{3 \times 10^{-32}}{9 \times 10^{-31}} \times 100 = 3.33 \%$$

2) Enerjîya elektrona rawestiyî:

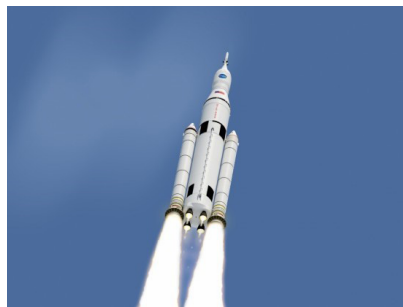
$$E_0 = m_0 \cdot c^2$$

$$E_0 = 9 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$E_0 = 81 \times 10^{-15} \text{ J}$$

## Kengî zagonên rêjeyî bi kar tîn?

Di dema niha de ji bo mirov xurtirîn transport, mekoka valahiyê ye ya ku leza wê nêzî **33000 km/h** e, em vê lezê bi leza şewqê di valahiyê de hevrû bikin, gelo nêzî wê ye? Gelo ji bo lêkolîna tevgera mekoka valahiyê sûd ji pêkanîna zagonên rêjeyî heye?



### Encam:

Ji bo lezên biçûk li gorî leza belavbûna şewqê di valahiyê de, xurtkirina teoriya rêjeyî ya taybet piştguh dibe û têkiliyên fîzîkî li cem wê li teşeya xwe ya kîlasîk vedigere.

### Ronîkirineke zanîstî

Di jiyana me ya rojane de, rêjeyî: Pêdiviya hinek lêkolîn bi teoriya rêjeyî heye, mîna:

## PIRSÊN NIRXANDINÊ

### 1- Bersiva raşt hilibjêrin:

1. Heger bi lezeke nêzî leza belavbûna şewqê di valahiyê de, du rokêtên di valahiyê de ber bi hev tev bigerin û di kêliyê de rokêta yekem gulopa xwe vêxişt, wê demê leza şewqa rokêta yekem li gorî rokêta duyem ev e:
  - a. Heman leza şewqê ye.
  - b. Ji leza şewqê mezintir e.
  - c. Ji leza şewqê biçûktir e.
  - d. Nêzî leza şewqê ye.
2. Heger koma keştaya valahiyê ya ku bi lezeke nêzî leza belavbûna şewqê di valahiyê de, tomara pêşbaziya futbolê dibînin ku dema wê demjimêrek û niv be, çavdêrek erdê bi teleskopeke gelekî tekûz wan dişopîne, ji ber vê yekê dema pêşbaziye dibîne ku:
  - a. heman e.
  - b. jê dirêjtir e.
  - c. jê kintir e.
  - d. sifir e.

### 2- Girêftariyên li jêr çare bikin:

1. Elektronek bi leza  $\frac{2\sqrt{2}}{3} c$  tev digere, qasiya tevgera elektronê li gorî zagonên mîkanîka kilasîk bibînin û piştê li gorî mîkanîka rêjeyî bibînin, kîjan ji wan a herî raşt e?
2. Senga rawestiyê ji proton re  $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  e û enerjîya wî ya tevahî yeksanî sê qatên enerjîya wî ya rawestiyê ye, enerjîya wî ya rawestiyê û ya tevgerê û senga wî di mîkanîka rêjeyî de bibînin.



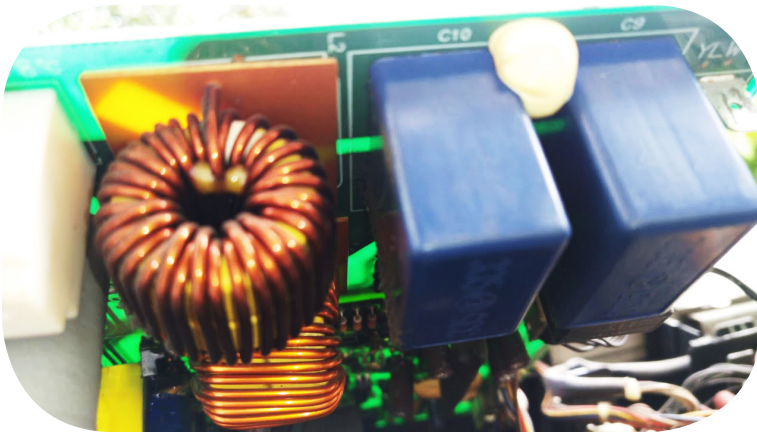
BEŞA DUYEM

## ELEKTİRÎK Û MEGNETÎZ

**Waneya Yekem: Arandina Elektromagnetîzî**

**Waneya Duyem: Herikîna Guherbar A Sayinî**

**Waneya Sêyem: Guhêreka Elektirîkî**



## WANE 1

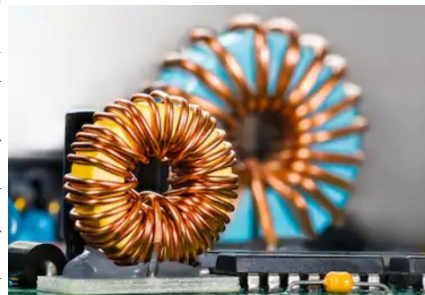
# ARANDINA ELEKTROMEGETÎZÎ



Tirêna megnetîzî bi hêza rakirina megnetîzî kar dike, ango di karê xwe de megnetîz bingeş digire, di vê tirênê de motorên mîkanîkî tune ne û nikare li ser sikeya tirênê bimeşe, ji ber vê yekê bi riya balgeheke megnetîzî ya ku li ser çêkirina navberên elektiromagnetîzî yê xurt kar dike, bi ser hewayê dikeve, taybetiya vê cureya tirênan ku leza wê gelekî bilind e.

Dema nêzîkkirina du megnetîzan jê, hev kêşan di navbera cemsêrê cude de çêdibe, li gorî ku her megnetîzek navbereke megnetîzî çêdike û bi riya wê li megnetîza din bandor dike, her wiha dibe ku tişt bîn daliqandin û li ser vê bingeşê ev cûreyên tirênan çêbûn û pêş ketin, li gorî sîstema hilawîstina elektirodînamîkî yan jî sîstema hilawîstina elektiromagnetîzî, tirêna megnetîzî tê dîzayinkirin.

Ji ber ku her tim daxwaziya enerjîyê heye û bi taybet enerjîya elektrîkî, pêdivî bi lêgerîna jêderên nû jê re heye, ji bo bidestxistina enerjîyê û bi taybet a paqij, jêderên xwezayî mîna av û ba berhem bûn, her wiha bendav ava bûn û li ser kunên wan perî hatin danîn ji bo veguherîna enerjîya mîkanîkî ya avê bi enerjîya elektrîkî, gelo karê van periyên çawa ye? Çêkirina herikîna elektrîkî û bidestxistina enerjîya elektrîkî çawa ye?

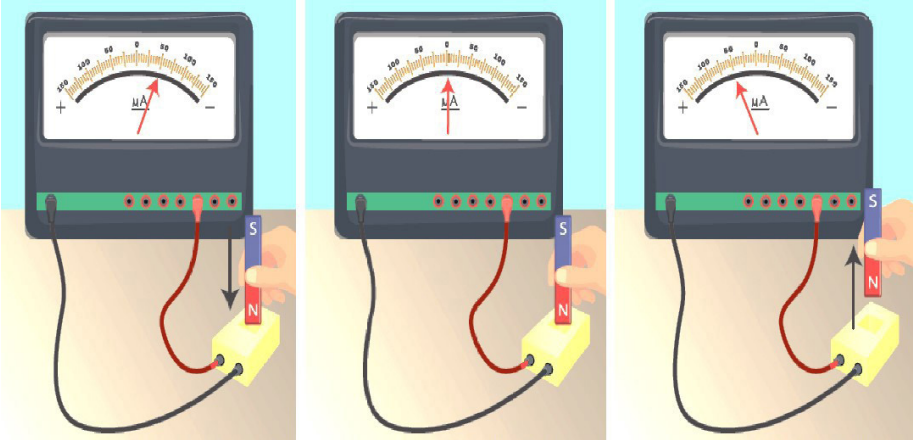


## Zagona Faraday:

### Çalakî (1):

#### Gavên çalakîyê:

1. Dewireya di teşeya diyarkirî de, çêkin.
2. Cemsereke megnetîzê nêzî ruyekî têla badokî bikin li gorî tewar-eya wê, piştî nîşandera pîvanka mîkroempêrê bibînin, gelo hûn çi dibînin?
3. Megnetîzê li cem ruyekî wê bi cih bikin û nîşandera pîvankê bibînin, gelo hûn çi dibînin?
4. Megnetîzê dûrî ruyê têla badokî bikin û nîşandera pîvankê bibînin, gelo hûn çi dibînin?
5. Bi nêzîkkirin û dûrîkirina megnetîzê di demeke kêmtir de (zêdebûna leza nêzîkkirin û dûrîkirina megnetîzê), çalakîya bûrî dubare bikin, gelo nîşandera pîvankê çawa dibe?



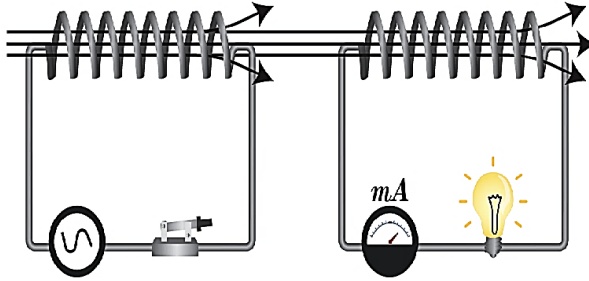
### Çalakî (2):

#### Amûrên pêwîst:

Du têlên badokî, jeneretora herikîneke guherbar a sayinî, jeneretora herikîneke domdar, gilopeke elektrîkî, têlên pevgirêdanê, pîvanka miliempêr.

## Gavên çalakiyê:

1. Her du aliyên têla badokî ya yekem bigihînin pirîzeke jeneretora herikîneke elektirîkî ya guherbar a sayinî.
2. Têla badokî ya duyem deynin li gorî ku tewareya wê li ser tewareya têla badokî ya yekem yeksaneyî be û bi riya têlên pevgerêdanê her du aliyên wê bigihînin gilopa elektirîkî û pîvanka mîkroempêr.
3. Dewireya têla badokî ya yekem bigirin û gilopa elektirîkî û pîvanka milîempêr di dewireya duyem de bişopînin, gelo hûn çi dibînin?
4. Piştî hevguhêrîna jeneretora herikîna domdar bi jeneretora herikîna guherbar, çalakiya bûrî dubare bikin, gelo hûn çi dibînin?



## Encam:

5. Li gorî ku jeneretora di dewireya duyem de tune ye, lê herikîneke elektirîkî di wê dewireya xwedî gilop û pîvanka milîempêr de çêdibe, ji ber vê yekê herikîna di dewireya duyem de çêkirî, encama arandina elektiromagnetîzî ye û bi navê herikîna elektirîkî ya arîner tê naskirin.

## Çawa ev diyarde şîrove dibe?

- 1- Nêzîkkirin an jî dûrkirina megnetîzê, diravêtina megnetîzî dûr dixe (Bi zêdebûn an jî kêmbûn), her wiha hêzeke elektirîkî, livîner û arîner çêdibe û dibe sedema derbasbûna herikîna elektirîkî ya arîner.
- 2- Ronîkirina gilopa di navbera her du aliyên têla badokî ya duyem de û xwarbûna nîşandera pîvanka mîkroempêr, tê wateya çêbûna herikîneke arandî li gorî ku tu têleke badokî nehatiye tevgerandin, ev jî ji ber ku têla badokî ya yekem zeviyêke megnetîzî, guherbar û sayinî çêdike û her wiha diravêtina megnetîzî ya ku têla badokî ya duyem derbas dike tê guherîn, her wiha hêzeke livîner, elektirîkî û arîner çêdibe ku dibe sedema derbasbûna herikîna elektirîkî ya arandî.



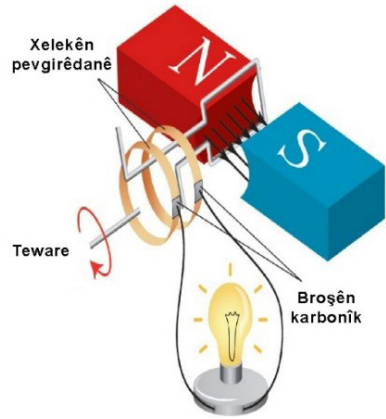
## Zagona Faraday:

Heger diravêtina megnetîzî ya ku dewireyeke girtî derbas dibe bê guherîn, wê demê herikîneke elektrîkî ya arîner tê de çêdibe û ev herikîn bi berdewamiya guherîna diravêtinê, berdewam dike heta ku li cem bicihbûna diravêtina megnetîzî ya arîker bibe sifir.

## Pêkanînen arandina elektromagnetîzî:

### 1. Jeneretora herikîna guherbar a sayinî AC (Pêvajoyek):

Ji dorpêçekê pêk tê ku ew dorpêç ji  $N$  pêçanên heman pêk tê, rûbera her pêçanekê  $s$  ye, têlên wê şîner, cudakirî û di heman alî de pêçayî ne, di herêmeke zewiyeke megnetîzî ya birêkûpêk  $\vec{B}$  de li derdora tewareyekê dizivire, her du aliyên pêçekê du xelekên  $R_1, R_2$  pevgihandî ye ku tewareya zivirandinê di navenda her du xelekên re derbas dibe, bi zivirandinê pêçekê her du xelek dizivirin û dibe pêveka her xelekeke kanzayî (şîner) ( $K_1, K_2$ ) û her du biroşên karbonîk



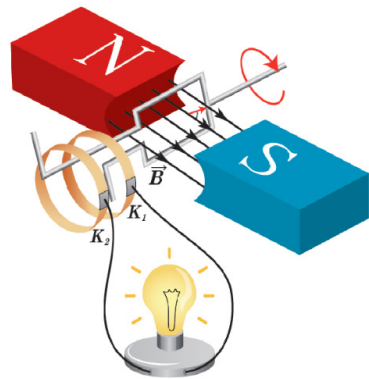
### Çalakî (1):

Dema ku pêçek dizivire:

Goşeya di navbera rasteka tîk li ser teqaleya pêçekê û tîra zewiya megnetîzî  $\vec{B}$  çawa dibe?

Gelo wê demê diravêtina megnetîzî tê guherîn?

Heger leza goşeyî ya ku dorpêç pê dizivire xwecih be, têkiliya ku  $a$  û demê bi hev ve girê dide, binivîsin.



### Dîtina tşkiliya hêza livîner, elektirîkî û arîner:

Heger dema zivirandinê di kêliyekê de raştêka tîk li ser teqaleya dorpêçê bi tîra zeviya megnetîzî  $\vec{B}$  re goşeyêke bi qasî  $a$  çêke, wê demê diravêtina megnetîzî  $\Phi$  ya ku ruyê dorpêçê derbas dike bi vî awayî ye:

$$\bar{\Phi} = N B s \cos a$$

Heger leza goşeyî ji zivirandina dorpêçê  $\omega$  re xwecih be, wê demê goşeya  $\bar{a}$  ku dorpêç di demeke  $t$  de dizivire bi vî awayî ye:

$$\bar{a} = \omega \cdot t$$

$\bar{a} = \omega \cdot t$  di tşkiliya bûrî de bi cih bikin:

$$\bar{\Phi} = N B s \cos \omega t$$

Hêza livîner, elektirîkî û arîner dibe bi vî awayî:

$$\bar{\epsilon} = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt}$$

$$\bar{\epsilon} = N s B \omega \sin \omega t$$

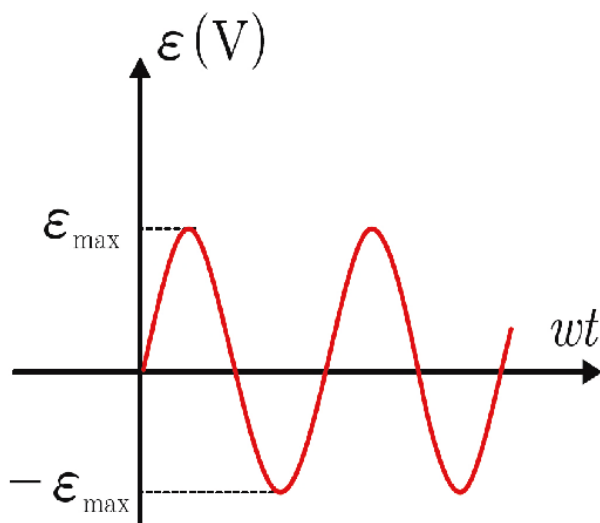
$\bar{\epsilon}$  maksîmom e dema ku  $\sin \omega t = 1$  be, wê demê:

$$\bar{\epsilon}_{\max} = N s B \omega$$

$$\Rightarrow \bar{\epsilon} = \bar{\epsilon}_{\max} \sin \omega t$$

Her wiha herikîna guherbar a sayinî tê bidestxistin, ji ber ku hêza livîner, elektirîkî û arîner  $\epsilon$  sayiniyî guherbar e.

Dema xêzkirina guherînên  $\epsilon$  bi riya  $\omega t$ , ev girafîkî bi dest dikeve:



## 2. Awayê karkirina motor:

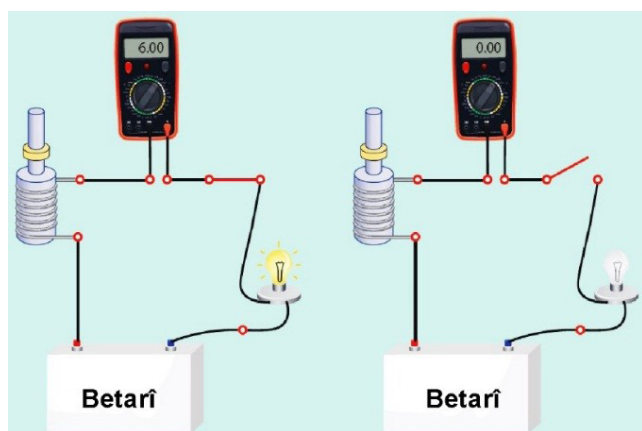
### Çalakî:

#### Amûrên pêwîst:

Jenerator, gilopa elektirîkî, pîvanka empêr, motoreke elektirîkî ya biçûk, têlên pevgirêdanê, mifte

#### Gavên çalakiyê:

1. Dewireya di teşe de diyarkirî bi rêzkirin pev bigihînin.
2. Dewireyê bigirin û nehêlin ku motor bizivire bi riya girtina tewareya wê bi deşt, gelo hûn çi dibînin?
3. Bihêlin ku motor bizivire, gelo hûn çi dibînin? Hûn çi encamê digirin?



#### Encam:

- Dema girtina mifteyê û nezivirîna motorê, gilop ronî dide û pîvank nîşana derbaskirina herikîneke elektirîkî xwedî xurtiyeke deştîşankirî dide.
- Dema zivirîna motorê, leza wê deşt bi zêdebûnê dike, her wiha roniya gilopê kêmbibe û nîşana pîvankê kêmbibe, ev nîşana derbaskirina herikîneke elektirîkî xwedî xurtiyeke biçûktir dide.
- Di motorê de hêzeke livîner, elektirîkî, arîner û dijberî hêza livîner û elektirîkî ya di navbera her du cemsêrên jeneratore de çêdibe û bi zêdebûna leza zivirandina motorê, zêde dibe.

- Di motorê de têleke badokî heye, tê re herikîneke elektirîkî derbas dibe, bi bandoriya zewiyeke megnetîzî dizivire û ji ber vê zivirandinê, bi riya têla badokê diravêtina megnetîzî tê guherîn, ev dibe sedema çêkirina hêzeke livîner, arîner û dijber ku li gorî leza zivirandina motorê ye.

**Lêkolîna veguherîna hêza elektrîkî bi hêza mîkanîkî di motorê de bi awayê dîtaneyî:**

Dema derbasbûna herikîna elektirîkî di şivika di bin bandoriya zewiya megnetîzî ya birêkûpêk  $\vec{B}$  de, bi hêzeke elektiromegnetîzî bandor dibe ku xurtiya wê bi  $v$  awayê be:

$$F = I L B$$

Hêza elektiromegnetîzî li ser tevgerandina şivikê bi lezeke xwecih  $v$  kar dike û karîna mîkanîkî bi  $v$  awayê ye:

$$P' = F v$$

$$P' = I L B v$$

Lê dema veguheştina şivikê bi qasî  $\Delta x$  wê demê diravêtina megnetîzî tê guherîn bi qasî:

$$\Delta \Phi = B L v \Delta t$$

Her wiha di şivikê de hêzeke livîner, elektirîkî, arîner û dijber çêdibe ku dijberî derbasbûna herikîna tê de çêkirî be, li gorî zagona Lenz nîrxê wê yê mutleq bi  $v$  awayê ye:

$$\bar{\epsilon}' = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = B L v$$

Ji bo berdwamiya herikîna jeneretore, divê karîneke elektirîkî were dayîn:  $P = \epsilon' I$

Li gorî ku:  $P' = I L B v$

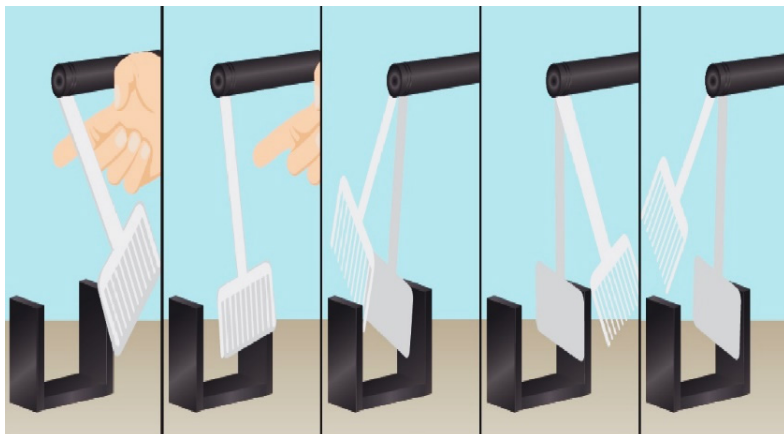
Bi hevrûkirinê:  $P = P'$

Bi  $v$  awayê enerjîya elektirîkî bi enerjîya mîkanîkî tê veguherîn.

### 3. Herikîna Fogo:

#### Çalakî:

Du pilêtên kanzayî ji sifirê hene, pilêtek bi awayê telaşên jev cuda-kirî, parçekirî ne mîna diranên şehê, ya din jî tevahî ye ne parçekirî ye, her du pilêt bi aliyê şivikeke sivik ji sifirê bi cih bûne, piştê her du şivik di jor de bi cih bûne ji bo di teqaleyeke tîkî de di navbera du cemserên megnetîkî nalahespî de, her du pilêt hevseng bibin.



#### Gavên çalakiyê:

1. Bi firehiya heman goşeyê li aliyekî cihê rawestandina wan a tîkî, her du pilêtan labirin.
2. Di heman demê de her du pilêtan berdîn, ji bo di navbera her du cemserên megnetîzî yê nalahespî de bi azadî bilerizin, gelo hûn çi dibînin? Gelo her du pilêt bi heman firehî an jî bi firehiyeke cuda dilerizin? Hûn ê çawa şîrove bikin?

#### Encam:

Dema derbasbûna pilêta tevahî di navbera her du cemserên megnetîza nalahespî de, ji nişka ve lerizîna wê disekine, lê lerizîna pilêta parçekirî bi giranî berdewam dike ku ew lerizîn di navbera her du cemserên megnetîza nalahespî de, li her du aliyên cihê hevsengiya wê ya tîkî, berdewam dike.

### Şîrovekirin:

Dema nêzîkkirina pilêta tevahî ji herêma zeviya megnetîzî, di navbera her du cemserên megnetîza nalahespî de, wê demê di diravêtina megnetîzî ya ku tê re derbas dibe zêdebûn çêdibe û di dema derketina wê de di diravêtina megnetîzî ya ku tê re derbas dibe kêmbûn çêdibe, her wiha di her du rewşan de herikînên arîner çêdibin ku karên dijberî sedema çêkirina wê (lerizîna pilêtê) çêdike, aliyê wê dijberî aliyê tevgera pilêtê ye, her wiha disekine û bi riya jûl weke bandoriyeke têhnî ji wan herikînan re, qasîyeke germahiyê tê de belav dibe.

1. Lê herikînên arîner ên di pilêta parçekirî de gelekî biçûk in, her wiha di lerizîna pilêtê de bandoriya wê gelekî lawaz e.
2. Ew herikînên arîner ên di sengên kanzayî de çêkirî û yên ku di bin bandoriya diravêtineke megnetîzî û guhêr de, bi navê herikînên Fogo tên naskirin.
3. Bandoriyeke ziyander ji herikînên Fogo re di alavên elektirîkî de hene, ji ber vê yekê sengên kanzayî, bêdengbûyî û bi mîna van herikînan bandorkirî, bi sengên kanzayî yên jev cudakirî tên guherîn, ew herikîn tê de qut dibin ji ber vê yekê bandoriya wê kêm dike, ev tiştên ku di hêzên motor, jeneretor û guhêrekên elektirîkî de çêdibe li gorî ku pilêtên van hêzan jev cudakirî ne û ji bo ku ruyên wê rastênhevî xêzikên zeviya megnetîzî bin, tên danîn.
4. Herikînên Fogo di firêmên tirênên nûjen de bi kar tên, yan ji bo rawestandina wê yan jî ji bo hêdîkirina leza wê û bi navê firêmên elektiromegnetîzî tên naskirin, her wiha di alavên diyarkira kanzayan ên di xalên kontrolê de bikarhatî û bi taybet di balafirgehan de bi kar tê, her wiha xwarinpêjê elektironî yê di malan de bikarhatî.

### Arandina xweberî:

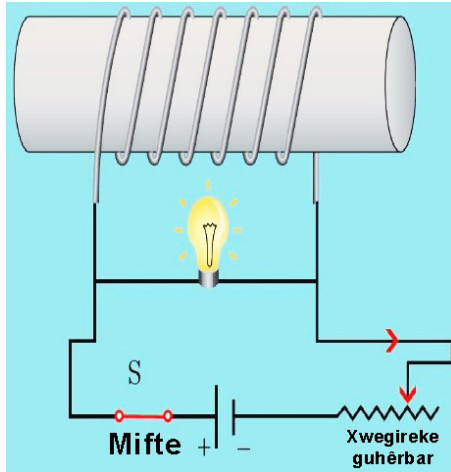
#### Çalakî:

#### Amûrên pêwîst:

Têla badokî, gilop, pîlên elektirîkî, xwegireke guhêr bi mîhengkerêkê, pirîz, têlên pevgerîdanê.

## Gavên çalakiyê:

1. Dewireya di teşe de diyarkirî çêkin.
2. Pirîzê bigirin û mîhengkerê bilivînin heta ku ronîya gilopê kêmbibe.
3. Pirîzê vekin, gelo hûn çî dibînin?
4. Careke din pirîzê bigirin, gelo hûn çî dibînin?



## Encam:

1- Dema vekirina pirîzê, gilop bi awayekî xurt ronî dide berî ku vemire, ev nîşan dide ku gilop enerjîyê ji jêdereke din ji bilî jeneratorê bi deşt dixê, ji ber ku dewireya wê vekirî ye û ji bilî têla badokî di dewireyê de tune ye, ev jî bi encama arandina xweberî di têla badokî de çêdibe, li gorî ku vekirina pirîzê xurtiya herikîna di têla badokî de derbasîrî kêmbike, her wiha diravêtina zeviya megnetîzî ya di têla badokî de çêbûyî, di heman têla badokî de kêmbibe, ev tişt hêzeke elektrîkî û arîner di têla badokî de çêdike ku ji hêza livîner û elektrîkî ya jeneratorê mezintir be, ji ber ku xurtî gelekî kêmbibe, li gorî ku di dema vekirina pirîzê de nirxê  $\frac{di}{dt}$  bilindtirîn nirx e.

2- Dema girtina pirîzê careke din, gilop ronî dide û piştê ronîya wê kêmbibe li gorî ku xurtiya herikîna zêde dibe, her wiha diravêtina zeviya megnetîzî ya di têla badokî de çêbûyî, di heman têla badokî de zêde dibe, wê demê hêzeke livîner, elektrîkî û arîner çêdibe ku nahêle herikîna tê re derbas bibe û ji ber kêmbûna nirxê  $\frac{di}{dt}$  û zêdebûna derbasbûna herikîna di têla badokî de, herikîna di gilopê re derbas dibe tenê ji bo ronî bike berî ku vemire

wê demê hêza livîner, elektirîkî û arîner di têla badokî de dibe sifir.

3- Têla badokî di heman demê de rola arîker û arîner kir, ji ber vê yekê ji dewireyê re dibêjin dewireya arîner a xweberî û ji buyerê re dibêjin arandina xweberî.

### Xweberiya têla badokî:

Xurtiya zeviya megnetîzî ya ji derbasbûna herikînekê di têla badokî de çêbûyî, bi vê têkiliyê ye:

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N i}{l}$$

Diravêtina vê zeviyê bi riya heman têla badokî ye:

$$\bar{\Phi} = N .s .B$$

$$\bar{\Phi} = N .s (4\pi \times 10^{-7} \frac{N i}{l})$$

$$\bar{\Phi} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 .s}{l} i$$

Tê xuyakirin ku qatên xurtiya vê herikînekê qasiyeke xwecih e, têla badokî diyar dike û bi navê xweberiya têla badokî  $L$  tê naskirin, mena pîvana wê di sîstema navnetewî de hênri ye  $H$  û ew xweberiya dewireyeke girtî ye ku diravêtineke megnetîzî bi qasî wîperêkê wê derbas dike dema ku tê re herikînekê bi qasî empêrekê diçe.

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 s}{l}$$

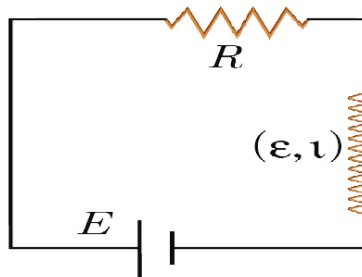
$\bar{\Phi} = L .\bar{i}$  di hev kêşeyê de bi cih dikin, têkiliya hêza livîner, elektirîkî, arîner û xweberî bi riya xurtiya herikîna guhêr a ku wê derbas dike, dibe bi vî awayî:

$$\bar{\epsilon} = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt} \Rightarrow \bar{\epsilon} = -L \frac{d\bar{i}}{dt}$$

### Enerjiya elektromagnetîzî a di têla badokî de depokirî:

Di çalakiya bûrî de, li gorî cudakirina jeneretore gilop ronî da, ev tê wateya ku têla badokî enerjî daye gilopê ango dema girtina pirîzê têla badokî enerjîyê depo dike û dema cudakirina jeneretore (vekirina pirîzê), enerjîya depokirî vedigerîna gilopê.

Raveya enerjîya elektromagnetîzî  $E_L$  ya di têla badokî de depokirî, encamê bigirin:





Weke di teşe de diyarkirî, bi rêzkirin têleke badokî ku xwebera wê  $L$  be bi xwegireke omî  $R$  û jeneretoreke ku hêza wê ya livîner û elektirîkî  $E$  be, girê bidin.

Li gorî zagona Kêrşof ya duyem:

$$\begin{aligned}\sum E &= R i \\ E + \bar{\varepsilon} &= R i \\ E - L \frac{d\bar{i}}{dt} &= R \bar{i} \\ E &= R \bar{i} + L \frac{d\bar{i}}{dt}\end{aligned}$$

Her du aliyên têkiliyê hevda nî i dt bikin:

$$E i dt = R i^2 dt + L i di$$

Qasiya  $E i dt$  ew enerjîya ku jeneretore di demeke  $dt$  de dide, nîşan dîke û ev enerjî dibe du beş:

Beşa yekem:  $R i^2 dt$  di demekê  $dt$  de, enerjîya têhinî windakirî bi riya jûl di xwegirê de, nîşan dîke.

Beşa duyem:  $L i di$  di demekê  $dt$  de, enerjîya elektiromegnetîzî ya di têla badokî de depokirî nîşan dîke.

Dema ku xurtiya herikîne ya di dewireyê de derbaskirî ji sifir heta nîrxê xwe yê dawî  $i$  zêde dibe, têla badokî enerjîyeke elektiromegnetîzî  $E_L$  di demekê  $t$  de depo dîke:

$$E_L = \int_0^i L i di \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} L i^2$$

Ew têkiliya enerjîya elektiromegnetîzî ya di têla badokî de depokirî ye û dibe ku bi vî awayî bê nivîsîn:

$$\Phi = L i \Rightarrow L = \frac{\Phi}{i} \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} \Phi i$$

### Rahênaneke çarekirî:

1. Dirêjahiya têleke badokî **20 cm** ye û dirêjahiya têla wê **40 m** ye, qateke têla badokî heye, xwegira wê ya omî piştguhkirî ye.
1. Xwebera têla badokî bibînin.
2. Heger nîveşkêla pêçanekê **4 cm** be, hejmara pêçanên têla badokî bibînin.
3. Di têla badokî de herikîneke elektirîkî derbas bikin, her wiha di demekê **0.5 s** de xurtiya wê bi rêk û pêk ji sifir heta **10 A** zêde dibe, bi nîşankirina aliyê herikîna arîner hêza livîner û elektirîkî ya di hundirê têla badokî de çêkirî bibînin.

**Çare:**  $l = 40 \text{ m}$        $l = 20 \times 10^{-2} = 0.2 \text{ m}$

1) Dîtina xwebera têla badokî:

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 \cdot s}{l}$$

Lê hejmara pêçanan bi vê têkiliyê ye:  $N = \frac{l'}{2\pi r}$

Ruyê têla badokî bi vê têkiliyê ye:  $s = \pi r^2$

$$L = 10^{-7} \frac{l'^2}{l} = 10^{-7} \times \frac{1600}{0.2} \Rightarrow L = 8 \times 10^{-4} \text{ H}$$

2) Dîtina hejmara pêçanên têla badokî:

$$N = \frac{l'}{2\pi r} \Rightarrow N = \frac{40}{2\pi \times 4 \times 10^{-2}} = \frac{4000}{25} = 160 \text{ pêçan}$$

3) Dîtina hêza livîner, elektirîkî û arîner a di têla badokî de çêkirî:

$$\epsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\Phi = N (\Delta B) S \cos \alpha$$

Lê:  $\alpha = 0$

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N I}{l} - 0$$

$$\Delta B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{160 \times 10}{5.2} = 30\pi \times 10^{-5} = 10^{-3} \text{ T}$$

$$s = \pi r^2 = 4\pi \times 10^{-4} m^2$$

$$\Delta\Phi = 160 \times 10^{-3} \times 4\pi \times 10^{-4} \times 1$$

$$\Delta\Phi = 2 \times 10^{-4} \text{ weber}$$

$$\varepsilon = \frac{2 \times 10^{-4}}{0.5} = -4 \times 10^{-4} v < 0$$

$\vec{B}$  arîker e,  $\vec{B}$  arîner e, li ser heman rahiştekê ne lê aliyên wan hevdiş in.

4)

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

$$E_L = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-4} \times 100 = 4 \times 10^{-2} j$$

### Encam:

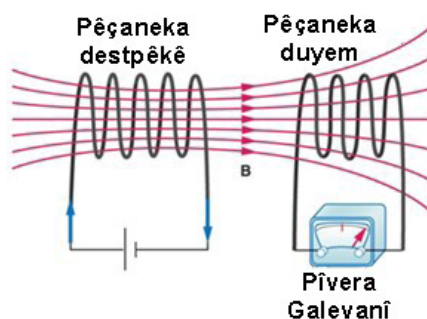
- Zagona Faraday: Heger diravêtina megnetîzî ya ku di dewireyê girtî re derbaskirî bê guherîn, herikîneke arîner tê de çêdibe û bi berdewamiya guherîna diravêtinê re ev herikîn berdewam dike ji bo li cem bicihbûna diravêtina megnetîzî ya arîker bibe sifir.
- Zagona Lenz: Aliyê herikîna arîner di dewireyê girtî de li gorî ku karên dijberî sedema çêbûna wê ye çêdike.
- Hêza livîner, elektirîkî û arîner  $\varepsilon$  bi:
  - a. Guherîna diravêtina megnetîzî ya arîker  $d\Phi$  re di nava rêjedarîyêke raşt de ye.
  - b. Dema guherîna diravêtina megnetîzî ya arîker  $dt$  re di nava rêjedarîyêke vajî de ye.
- Zagona Faraday bi sembolan bi vê têkiliyê ye:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{d\Phi}{dt}$$

Li gorî ku hêmaya (—) zagona Lenz nîşan dike.

## Arandina elektromagnetîzî di navbera du pêçekan de:

Heger weke di teşeya diyarkirî de, pêçkek di hundirê ya din de be, yan jî pêçkek nêzî ya din be, wê demê guherîna xurtiya herikîna elektirîkî di pêçkekê de, hêzeke livîner, elektirîkî û arîner di ya din de çêdike û li gorî zagona Faraday, hêza livîner, elektirîkî û arîner bi navîniya guherîna di xurtiya zeviya megnetîzî ya tê re derbasbûyî rêjedar e, ji ber ku di pêçeka yekem de xurtiya zeviya megnetîzî bi xurtiya herikîna elektirîkî re di nava rêjedariyeke rast de ye. Ji ber vê yekê:



$$\epsilon_2 = \alpha \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\epsilon_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \dots \dots (7)$$

$\alpha$ : Hêmaya rêjedariyê ye.

Li gorî ku  $M$  karîgeha arînera di navbera du pêçekan de hevguhêr e û bi navê Hênri tê naskirin, ew bi giştî mena pîvana karîgeha arîner e. Hêmaya negetîv, aliyê hêza livîner û arîner an jî aliyê herikîna arîner nîşan dîke, li gorî ku dibe xwegira guherîna jê re çêbûyî ye (Zagona Lenz).

Karîgeha arînera hevguhêr a di navbera du pêçekan de li ser van tiştan disekine:

1. Hebûna tovikeke hesinî di navbera du pêçekan de.
2. Qebare û hejmara pêçanên her du pêçekan.
3. Dirêjahiya di navbera wan de.

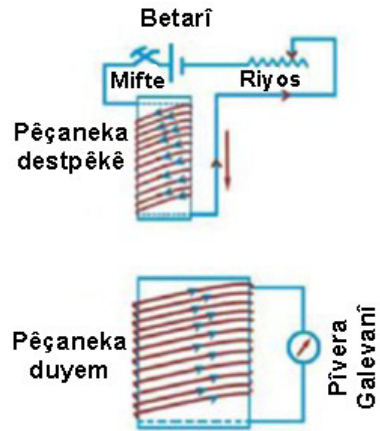
Guhêreke elektirîkî, diyartirîn mînak ji arînera hevguhêr re ye.

## Çalakiya arînera elektromagnetîzî di navbera du pêçekan de:

Dibe ku lêkolîna arînera elektromagnetîzî di navbera du pêçekan de, bi awayê çalakiyê bi vî awayî be:

Li gorî dewireya di teşe de diyarkirî, pêçeke bi betarî, kilît û riyostayan ve tê girêdan û bi navê pêçeka destpêkê tê naskirin û pêçeka duyem bi pîvanka Gelevanî ya heştiyar ku sifira wê di nivî de be, tê girêdan, piştê van gavan pêk bînin:

1. Dewireya pêçeka destpêkê bigirin û pêçeka destpêkê nêzî pêçeka duyem bikin, her wiha nîşandera pîvankê bi aliyekî destnîşankirî xwar dibe, ev tê wateya ku hêzeke livîner û arîner di pêçeka duyem de çêbû, ew jî bi encama guherîna xêzikên zeviya magnetîzî yê ku di pêçanên vî pêçekê re derbas dibin û dema dûrxistina pêçeka destpêkê jî pêçeka duyem, nîşander bi aliyê dijber xwar dibe.
2. Pêçeka destpêkê derbasî pêçeka duyem bikin, wê demê xurtiya herikîna elektirîkî ya di pêçeka destpêkê re derbaskirî zêde dibe, her wiha nîşandera pîvankê di pêçeka duyem de bi aliyekî destnîşankirî xwar dibe û dema kêmbûna xurtiya herikîna elektirîkî ya di pêçeka destpêkê re derbaskirî, nîşandera pîvanka di pêçeka duyem de bi aliyê dijber xwar dibe, ev tê wateya çêkirina hêzeke livîner û arîner di pêçeka duyem de, di dema zêdebûna xurtiya herikîna di pêçeka destpêkê de yan jî di dema kêmbûna wê de.
3. Bi hebûna pêçeka destpêkê di hundirê pêçeka duyem de, dewireya pêçeka destpêkê tê kilîtandin, wê demê nîşandera pîvankê bi aliyekî destnîşankirî xwar dibe, piştê dewireya pêçeka destpêkê vedibe û wê demê nîşandera pîvankê bi aliyê dijber xwar dibe, ev tê wateya ku di dema girtin an jî vekirina dewireyê de hêzeke livîner û arîner di pêçeka duyem de çêdibe.



Bi dahurandina têtîniyên bûrî:

**a) Di van rewşan de, nîşandera pîvankê bi aliyekî destnîşankirî xwar dibe:**

1. Dema nêzîkkirina pêçeka destpêkê li pêçeka duyem.
2. Dema zêdekirina xurtiya herikînê di pêçeka destpêkê de.
3. Dema girtina dewireya destpêkê, dema ku pêçeka destpêkê nêzî pêçeka duyem be.

Di van rewşan de, dema di zeviya megnetîzî ya ku pêçeka duyem wê dibire, çî guherîn çêdibe, hêzeke livîner û elektirîkî di pêçeka duyem de çêdibe û ji bo zeviya megnetîzî ya arîner bi aliyekî dijber be ji bo xwegiriyê zêdebûna navbera megnetîzî ya bandorkirî, aliyê hêza livîner, elektirîkî û arîner dijberî aliyê herikîna arîner e (ango dijberî aliyê herikîna di pêçeka destpêkê re derbaskirî ye).

**b) Nîşandera pîvankê bi aliyê hevdiş xwar dibe, di van rewşan de:**

1. Dema dûrkerina pêçeka destpêkê ji pêçeka duyem.
2. Dema kêmbûna xurtiya herikînê di pêçeka destpêkê de.
3. Dema vekirina dewireya destpêkê, dema ku pêçeka destpêkê nêzî pêçeka duyem be.

Ev rewşên ku tê de xurtiya zeviya megnetîzî ya bandorkirî kêmbûnê û ji bo zeviya megnetîzî ya arîner heman alî be ji bo xwegiriyê zêdebûna navbera megnetîzî ya bandorkirî, aliyê hêza livîner, elektirîkî û arîner heman aliyê herikîna arîner e (ango heman aliyê herikîna di pêçeka destpêkê re derbaskirî ye).

Ev têtîniya zagona Lenz diyar dike li gorî ku aliyê herikîna arîner xwegiriyê guherîna jê re çêkirî, bike.

**Pênaseya Hênri:**

Xwebera dewireyeke girtî ye ku diravêtineke bi qasî wîberê wê derbas dike, dema ku herikînek bi qasî empêrêkê tê re diçe.

Bi pêkanîna zagona Faraday li ser dewireyê:

$$\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dI}{st}$$

Ev jî tîkiliya ku hêza livîner, arîner û xweber a di dewireyeke xwedî xwegira piştguhkirî de çêkirî bi herikîna di vê dewireyê re derbaskirî ya xwedî xurtiyeke guhêr ve tê girêdan.

Li gorî tiştên bûrî, ev sedema tiştên çêdibin:

Destpêkê hêdî hêdî potensiyela li ser her du aliyên gilop û tîla badokî bikarhatî hat rakirin, ev bû sedema zêdebûna xurtiya herikînê hêdî hêdî heta ku gihişte nirxê pêwîst ji bo gilop bi awayekî kêr ronî bibe. Di pêvajoya duyem de, pirîz hat cudakirin û ji ber ku herikîn ji jeneretore tune ye, dibe ku gilop rasterast vemire, lê ronîkirina gilopê tî wateya ku enerjîyê ji jêdereke din bi dest xîst û di dewireyê de ji bilî tîla badokî tune ye, ev tişt bi encama arandina xweber di tîla badokî de çêdibe, li gorî ku cudakirina jeneretore kêmbûna xurtiya herikîna ku di tîla badokî re derbaskirî çêdike, her wiha bi riya heman tîla badokî, diravêtina zeviya megnetîzî ji heman tîla badokî çêkirî kêr dike, ev tişt hêzeke livîner, elektirîkî û arîner di tîla badokî de çêdike û di kêliya cudakirina pirîzê de, nirxê  $\frac{di}{dt}$  bilindtirîn nirx e, ev tişt rêjeyî dibe sedema ronîkirineke xurt, ji ber ku dema kêmbûna xurtiya herikînê gelekî biçûk e.

Dema girtina pirîzê careke din, hêzeke livîner, elektirîkî û arîner di tîla badokî de çêdibe ku nahêle herikîna jeneretore tî re derbas bibe, wê demê ev herikîn di gilopê re derbas dibe û ronîkirina wê gelekî xurt dike, piştî ji ber kêmbûna nirxê  $\frac{di}{dt}$  û hêdî hêdî zêdebûna derbasbûna herikînê di tîla badokî re, ronîya gilopê kêr dibe.

## PIRSÊN NIRXANDINÊ

### 1- Raveyeke zaniştî bidin:

Ava di qabva cam de, li ser ruyê xwarinpêjeke camî nakele. Rêbazeke kelandina ava di qaba cam de, pêşinyar bikin.

### 2- Bersiva van pirsan bidin:

- a. Du pêçekên beramber hene, ya yekem girêdayî pîleke elektirîkî ye û ya duyem girêdayî gilopekê ye, heger her du pêçek rawestî bin, gelo gilop ronî dide? Di rewşa neyîniyê de ji bo gilop ronî bide, hûn ê çi bikin? Û çima?
- b. Herikîneke elektirîkî xwedî xurtiyeke guhêr  $i$  di têleke badokî re derbas dibe:
  - Raveya xurtiya zeviya megnetîzî ya di hundirê wê de bi encama derbasbûna herikîne çêkirî, binivîsin.
  - Raveya diravêtina megnetîzî ji zeviya megnetîzî re, binivîsin.
  - Têkiliya nîrxê cebirî ji hêza livîner, elektirîkî, arîner û xweber ecamê bigirin û diyar bikin kengî nîrxê vê hêzê tube dibe.

### 3- Van girêftariyan çare bikin:

Pêçekeke bazinî ji (100) pêçanên wekhev pêk tê, nîveşkêla wê ya navîn  $4\text{ cm}$  ye, her du aliyên wê bi pîvankeke milîempêr ve girê bidin, her wiha bi xwegireke omî xwedî nîrxê  $20\ \Omega$  ve girê bidin, cemsê bakurî ya megnetîzeke rast nêzî ruyekî ji her du ruyên pêçekê bikin, wê demê xurtiya zeviya megnetîzê zêde dibe, ku ew zevî di demeke  $2\text{ s}$  de di pêçanên pêçeka bazinî re bi rêk û pêk ji sifir heta  $0.08\text{ T}$  derbas dibe.

- Nîrxê hêza livîner, elektirîkî, arîner a di pêçeka bazinî de çêkirî, bibînin û aliyê herikîna elektirîkî ya arîner nîşan bikin.
- Aliyê beramberî cemsê bakurî nîşan bikin.
- Xurtiya herikîna di pêçekê re derbaskirî, bibînin.
- Karîna elektirîkî ya ji pêçeka bazinî çêkirî bibînin, piştê karîna têhnî ya di xwegira omî de xerçkirî bibînin, gelo hûn çi encamê digirin?



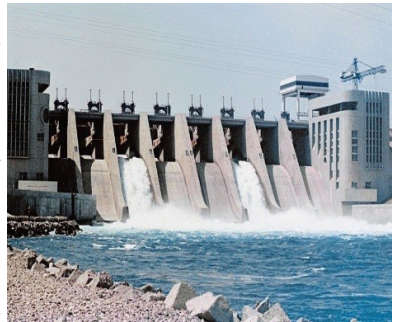
## WANE 2

# HERIKÎNA GUHERBAR

Du rêbaz hene ji bo berdewîbûna alavan bi enerjîya elektrîkî, rêbazek ji wan alavên bargekirin û betariyan (herikîna domdar **DC**) bi kar tîne û ya din jî tora herikîna bajêr (herikîna guherbar **AC**) bi kar tîne, ku ew tor mal û kargehan berdewî dike û hwd.



Herikîna guherbar di gelek aliyên jiyandê de bi kar tên, li gorî ku di ronîkirina malan de, di vêxistina alavên nûjen de, di kargehan de bi kar tê û hwd.



Ji aweştgehên çêkirina herikîna elektrîkî ya guherbar di bakur û rojhilatê Sûriyê de, rawestgeha çêkirina elektrîka benda-va Firatê di herêma Tebqayê de, li gorî ku bi riya avê elektrîk çêdibe û rawestgeha çêkirina elektrîka Siwêdîkê di herêma Siwêdîkê de, li gorî ku bi riya gaza xwezayî elektrîk çêdibe.

### Herikîna guherbar çî ye? Cureyên wê çî ne?

Herikîna guherbar li gorî curebûna bikaranînên xwe ji herikîna domdar taybet bû:

- Hesanbûna veguheştina wê li riyên dûr, bi riya têlan.
- Hesanbûna bilindkirina potensiyelê yan jî daxistina wê, bi riya guhêrekan li gorî daxwaziyê.
- Bi riya herikîna guherbar, veguheştina agahiyan û bi navê bikaranîna sereraştirina firehî yan lerizîn an jî pêvajoyê tê naskirin.

Dibe ku ji bo pêkanîna pêdiviyên kargehên hewceyiyê enerjîyeke mezin, herikîna elektrîkî çêbibe.

Herikîna elektrîkî ya domdar bêtir ji herikîna guherbar, têhnê belav dike, ji ber vê yekê veguheştina herikîna domdar li riyên dûr nabe.

Jêdera herikîna guherbar di dewireyên elektirîkî de, bi vê simbolê tê nîşankirin:

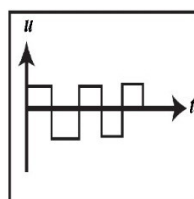
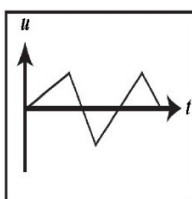
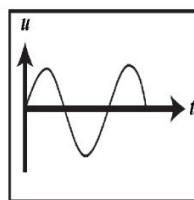
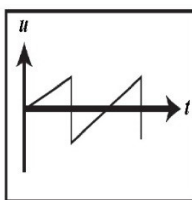


### Têgehên herikîna guherbar:

Nirx	Herikîna guherbar	Herikîna domdar
Potensiyela kêlî	$\bar{u}$	$U$
Potensiyela hilberîner	$U_{eff}$	
maksîmom potensiyel	$U_{max}$	
Xurtiya kêlî	$\bar{i}$	$I$
Xurtiya hilberîner	$I_{eff}$	
maksîmom xurtî	$I_{max}$	
Karîn	$P$	
Karîna navîn	$P_{avg}$	

Herikîna guherbar, ew herikîna ku xurtî  $\hat{u}$  aliyê wê bi awayekeî dewirî bi demê re tê guherîn.

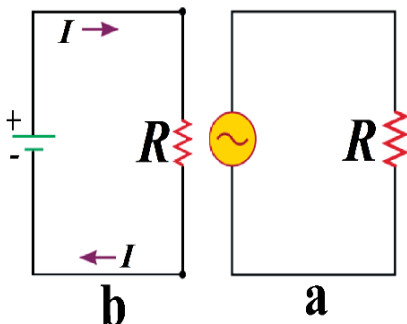
Ji herikîna guherbar re gelek cure hene, mîna herikîna guherbar a sayinî, herikîna guherbar a birekî, herikîna guherbar a sêgoşeyî û herikîna guherbar a çargoşeyî weke di teşeyê de diyarkirî



## Şîrovekirina elektronî ya herikîna guherbar:

Ev her du teşe (*a* herikîna guherbar, *b* herikîna domdar) ji her du dewireyên herikîneke guherbar û ya domdar re xêzkirineke pilankirî nîşan dîke.

Herikîna domdar ji tevgera elektironên serbixwe çêdibe, ji ber ku zeviyeke elektrîkî heye ku ji potensiyela bikarhatî çêbûye, tevahiya tevgerê ji potensiyela



la nizim heta potensiyela bilind bi aliyekî ye, di heman demê de ji tevgera lerizînî ya elektironên serbixwe li derdora cihên navînî, bi firehiyeke biçûk ji pêpilka mîkrometere, herikîna guherbar çêdibe û lerizîna vê tevgerê yeksanî lerizîna herikîne ye.

Tevgera lerizînî ya elektironan ji zeviya elektrîkî çêdibe, ku ev zevî bi nîrx û aliyê ku bi qasî leza şewiqê li rex şînerê belavkirî, tê guherîn û ji guherîna nîrx û hêmaya potensiyela (ferqa potensiyelê) di navbera her du cemsêrên jêdera elektrîkî de ye, ev guherîn di zeviya elektrîkî de çêdibe, têkiliya dirêjahiya pêla lerizîna elektironan di herikîna guherbar de bi  $v$  awayî ye:  $\lambda = \frac{c}{f}$

### Li gorî ku:

*c*: Leza şewiqê di valahiyê de ye, nîrxê wê derdorî  $3 \times 10^8$  m/s ye.

*f*: Lerizîna herikîne ye.

Ji bo herikîna bajêr ku di hemû dewletên cîhanê de,

lerizîna wê  $f = 50$  Hz ye  $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{50} = 6 \times 10^6$  m

Bi hevrûkirina bi durahiyên dewireyên di alava elektrîkî û elektironî de, ev dirêjahiya pêleke mezin e, heger dirêjahiya dewireyekê ji pêpilka gelek metreyan be, wê demê elektiron di kêliyê de di tevahiya dewireyê de bi heman alî tev digerin û heman hejmara elektironan parçeya têlê di her xalê ji xalên dewireyê re derbas dibe, Li gorî van tiştan dibe ku zagonên om di herikîna domdar di her kêliyê de li ser herikîna guherbar bi kar were, dema ku ev her du merc pêk werin:

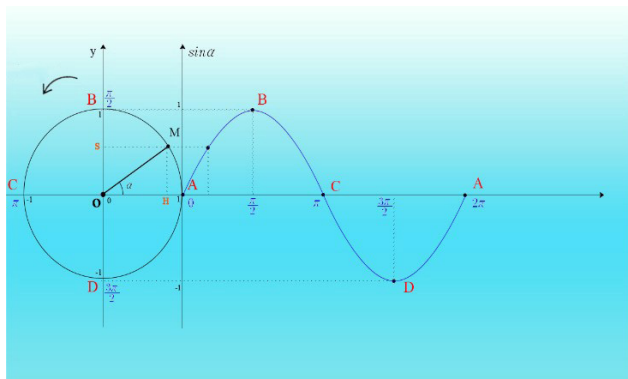
1. Lerizîna herikîna guherbar a sayinî biçûk be.
2. Li gorî dirêjahiya pêlê, dewire biçûk e.

## Fonkisyona xurtiya kêliyê û fonkisyona potensiyela kêliyê:

Têkiliya hêza livîner, elektirîkî, arîner, guherbar û sayinê bi vî awayî ye:

$$\bar{\varepsilon} = \varepsilon_{\max} \sin \omega t \dots (1)$$

Weke di teşe de diyarkirî, ev têkilî hev kêşeyeke pêldayî ya sayinê nîşan dike:



Di her kêliyê de, potensiyela guherbar a sayinê yeksanê hêza livîner û elektirîkî ye, ji ber vê yekê potensiyelê ji dêvla hêza livîner û elektirîkî bi kar bînin û dibe ku bi vî awayî bê nivîsîn:

- Fonkisyona xurtiya kêliyê:

$$\bar{i} = I_{\max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_1) \dots (2)$$

$\bar{\varphi}_1$  Pêvajoya destpêkê ji xurtiya herikînê re ye.

- Fonkisyona potensiyela kêliyê:

$$\bar{u} = U_{\max} \cos(\omega t + \bar{\varphi}_2) \dots (3)$$

$\bar{\varphi}_2$  Pêvajoya destpêkê ji potensiyelê re ye.

- $\bar{\varphi} = \bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1$  cudahiya pêvajoyê di navbera xurtî û potensiyelê de nîşan dike, di bendên bê de, dê cudahiyeke pêvajoyê di navbera xurtî û potensiyelê de çêbibe li gorî ku bi guherîna pêkhatiyên dwireyê re, tê guherîn.

Rahênaneke çarekirî (1):

Pêçeka jeneratoreke elektirîkî  $AC$  bi lezeke xwecih bi qasî **1800** de-wire di xulekekê de, di hundirê zeviya arîner a megnetîzî de dizivire, xurtiya wê  $B = 0.85 T$  ye.

Heger rûbera pêçekê  $0.06 m^2$  be û hejmara pêçanên wê  $N = 25$  be:

1. Maksîmom nirxê hêza livîner û elektirîkî ya di pêçekê de, bibînin.
2. Hêza livîner, elektirîkî û kêliyî ya di pêçekê de çêkirî, dema zivîrandina wê bi qasî  $30^\circ$  bi rewşa wê ya resen re bibînin.

**Çare:**

1. Maksîmom nirxê hêza livîner û elektirîkî:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi \times 1800}{60} = 60\pi \text{ rad/s}$$

$$\epsilon_{\max} = N . B . A . \omega = 25 \times 0.05 \times 0.85 \times 60\pi = 240 \text{ v}$$

2. Hêza livîner, elektirîkî û kêliyî:

$$\omega t = 30^\circ \Rightarrow \epsilon = \epsilon_{\max} \sin 30$$

$$= 240 \times 0.5 = 120 \text{ V}$$

**Nirxên hilberîner ji herikîna guherbar re:**

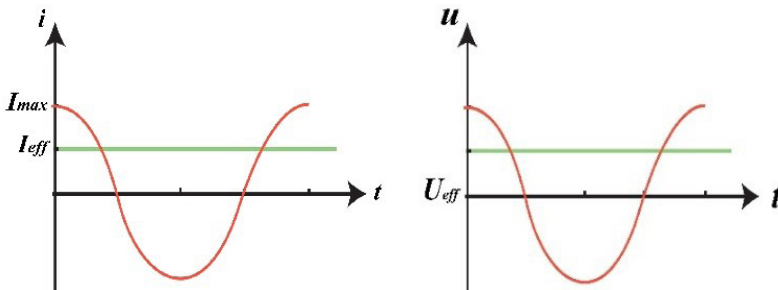
Xurtiya hilberîner  $I_{eff}$  ji herikîna guherbar re, weke xurtiya herikîna domdar tê naskirin, li gorî ku qasiya têhna ku ew xurtî dide, heman qasiya ku herikîna guherbar wê dide, ew jî di heman şîner û heman demê de ye, têkiliya wê bi vî awayî ye:

$$I_{eff} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \dots \dots (4)$$

Potensiyela hilberîner  $U_{eff}$  bi maksîmom potensiyel  $U_{\max}$  ve tê girêdan û têkiliya wê bi vî awayî ye:

$$U_{eff} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \dots \dots (5)$$

Pîvankên volt û empîr ên di herikîna guherbar de bikarhatî, her tim nirxên hilberîner nîşan dike.



## Di herikîna guherbar a sayinî de, karîn:

Ji herikîna guherbar re, xurtî, potensiyelên kêliyî, maksîmom û hilberîner hene, gelo cureyên karînê di herikîna guherbar de çi ne?

### 1- Karîna kêliyî:

Karîna kêliyî  $P$  ji herikîna guherbar a sayinî re, ew hevdana potensiyela kêliyî  $u$  di xurtiya kêliyî  $i$  de ji herikînê re ye, têkiliya wê bi vî awayî ye:

$$P = \bar{i} \cdot \bar{u} \dots \dots (6)$$

Li gorî guherînên  $\bar{i}$  û  $\bar{u}$  bi demê re, ev karîn ji kêliyê heta kêliyêkî tê guherîn, ji ber vê yekê bi navê karîna kêliyî tê naskirin.

### 2- Di dewireya $P_{avg}$ de, karîna navîn a mizêxer:

Ew karîna xwecih e, di dema  $t$  de ew enerjîya elektrîkî  $E$  ku dide heman enerjîya ku herikîna guherbar a sayinî ji dewireyê re wê dide, ew jî bi encama derbasbûna herikîna guherbar di dema  $t$  de navîniya enerjîya elektrîkî ye, têkiliya wê bi vî awayî ye:

$$P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cos(\bar{\varphi}) \dots \dots (7)$$

Li gorî ku  $\bar{\varphi}$  Cudahiya pêvajoyê di navbera potensiyela kêliyî û xurtiya kêliyî ji herikînê re ye.

### 3- Karîna diyardeyî $P_A$ û karîgeha karînê:

Hevdana potensiyela hilberîner  $U_{eff}$  di xurtiya hilberîner  $I_{eff}$  de ji herikîna guherbar a sayinî re, bi navê karîna diyardeyî  $P_A$  tê naskirin, ew jî bilindtirîn nirxê karîna navîn e, di sîstema navnetewî de bi mena (volt, empêr) tê pîvan, dema ku:

$$\bar{\varphi} = 0 \Rightarrow \cos(\bar{\varphi}) = 1 \Rightarrow P_A = I_{eff} \cdot U_{eff} \dots \dots (8)$$

Em  $\cos \bar{\varphi}$  bi navê karîgeha karînê tê naskirin, ew jî rêjeya di navbera karîna navîn  $P_{avg}$  û karîna diyardeyî  $P_A$  de ye.

$$Faktora\ Karînê = \frac{P_{avg}}{P_A} = \frac{I_{eff} \cdot U_{eff} \cos(\bar{\varphi})}{I_{eff} \cdot U_{eff}} = \cos(\bar{\varphi})$$

### Bi bîr bînin:

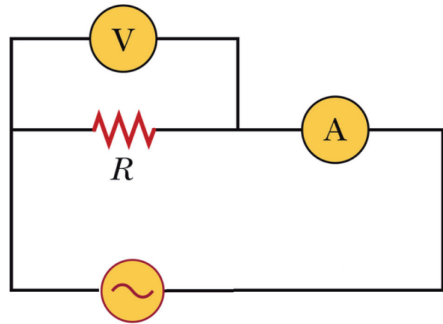
Karîna navîn a mizêxer di komika du cotên cemserekê bi rêzkirin an jî şaxkirin pevgihandî, yeksanî komkirina her du karînên mizêxer di her du cotên cemserê de, ango:

$$P_{avg} = P_{avg1} + P_{avg2}$$

# 1- Pevgirêdana bi rêzkirin di dewireya herikîneke guherbar de:

## 1. Xwegireke omî di dewireyêke herikîneke guherbar de:

Dewireyêke herikîneke guherbar bibin ku xwegireke omî xwerû  $R$  digire, weke di teşe de di navbera pirîzên jeneretore de di vê dewireyê de, potensiyeleke kêliyî u bi kar bînin, her wiha di dewireyê de, herikîneke elektrîkî guherbar derbas dibe, li gorî fonksiyonê xurtiya wê ya kêliyî bi sade-tirîn awayê xwe tê dayîn, ew jî li gorî mercên destpêkê yê guncaw:



$$\bar{i} = I_{\max} \cos(\omega t) \dots \dots (9)$$

$$\text{Lê: } \bar{u} = R \bar{i}$$

Di tşkiliya (9) de, bi cih bikin:

$$\bar{u} = R I_{\max} \cos(\omega t) \dots \dots (10)$$

Lê  $X_R = R$  bi navê xwegir tê naskirin, bi mena omê tê pîvan:

$$\begin{aligned} U_{\max} &= R \cdot I_{\max} \\ U_{\max} &= X_R \cdot I_{\max} \dots \dots (11) \end{aligned}$$

Fonksiyona potensiyelê di navbera her du aliyên xwegira xwerû dibe bi vî awayî:

$$\bar{u} = U_{\max} \cdot \cos(\omega t) \dots \dots (12)$$

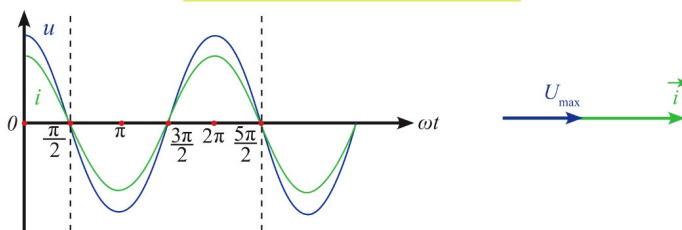
Bi hevrûkirina di navbera her du fonksiyonên xurtî û potensiyelê de:  $\bar{\varphi} = 0$

Ango: Potensiyela di navbera her du aliyên dewireyê de bikarhatî, di pêvajoyê de bi xurtiyê re ye.

Ji bo bideştixîstina nirxên hilberîner, her du aliyên tşkiliya (11) belavî  $\sqrt{2}$  bikin:

$$\frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = X_R \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{\text{eff}} = X_R \cdot I_{\text{eff}}$$



Ev nîşankirin, nîşankirina Firînêl ji girafikeke xwedî pêvajoyeke kontrolkirî re ye, ew jî potensiyela kêliyê û herikîna kêliyê nîşan dike, armanca vî tiştî ji bo naskirina cudahiya pêvajoyê di navbera wan de ye.

Têkiliya nirxê navîn  $P_{avg}$  ji karîne re bi vî awayî ye:

$$P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cos(\varphi)$$

Lê di rewşa xwegira xwerû de:  $\varphi = 0$

$$\cos(\varphi) = 1 \Rightarrow P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff}$$

Lê:  $U_{eff} = R \cdot I_{eff}$

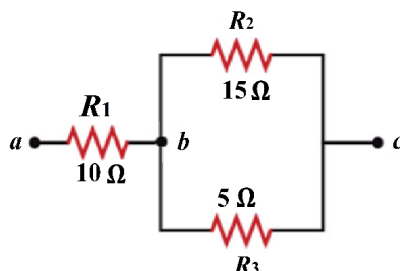
$$P_{avg} = R \cdot I_{eff}^2$$

Ev tê wateya ku enerjî bi karî jûl, bi awayê têhnî di xwegirê de dimezixe.

### Rahênaneke çarekirî (2):

Weke di teşe de diyarkirî, di dewireya herikîna guherbar a sayinê de, nirxê kêliyê ji xurtiya herikîna guherbar a di xwegira  $R_3$  re derbaskirî, bi vê hev kêşeyê tê dayîn:

$$\bar{i}_3 = 6 \cos(\omega t)$$



1. Fonkisyona xurtiya herikîna di her du xwegirên  $R_1$  û  $R_2$  li gorî awayê wê yê giştî encamê bigirin, piştî fonkisyona potensiyela kêliyê di navbera her du xalên  $a$  û  $b$  de, bibînin.

2. Em karîna navîn a mizêxer di her xwegirekê ji dewireyê, bibînin.

### Çare:

1. Cudahiya potensiyelê  $\bar{u}_{bc}$  di navbera her du aliyên xwegira  $R_3$  de, yeksanî cudahiya potensiyelê di navbera her du aliyên xwegira  $R_2$  de ye:

$$\bar{u}_{bc} = i_3 \cdot R_3 = 6 \cos(\omega t) \times 5 = 30 \cos(\omega t)$$

$$i_2 = \frac{u_{bc}}{R_2} = \frac{30 \cos(\omega t)}{15} = 2 \cos(\omega t)$$



$$\bar{i}_1 = \bar{i}_2 + \bar{i}_3 = 2 \cos(\omega t) + 6 \cos(\omega t) = 8 \cos(\omega t)$$

$$u_{ab} = R_1 \cdot \bar{i}_1 = 10 \times 8 \cos(\omega t) = 80 \cos(\omega t)$$

2. Dîtina karîna navîn di xwegirên  $R_1$ ,  $R_2$  û  $R_3$  de, bi rêzêkirin:

$$P_{avg3} = \frac{I_{max3} \times U_{max2}}{\sqrt{2} \times \sqrt{2}} = \frac{6 \times 30}{2} = 90 \text{ W}$$

$$P_{avg2} = \frac{I_{max2} \times U_{max2}}{\sqrt{2} \times \sqrt{2}} = \frac{2 \times 30}{2} = 90 \text{ W}$$

$$P_{avg1} = \frac{I_{max1} \times U_{max1}}{\sqrt{2} \times \sqrt{2}} = \frac{8 \times 80}{2} = 320 \text{ W}$$

## 2- Têla badokî (xweberî) di dewireyê herikîneke guherbar de:

Weke di teşe de, dewireyê herikîneke guherbar bibin, ku têlê badokî xwedî xwebereke  $L$  û xwegireke omî piştguhkirî bigire û di navbera her du aliyên wê de, potensiyeleke kêliyî u bi kar bînin:

$$\bar{i} = I_{max} \cos(\omega t)$$

Potensiyela kêliyî di navbera her du aliyên têla badokî de u bi vî awayî ye:

$$u = L \frac{d i}{d t} \dots \dots (16)$$

Lê:

$$\frac{d i}{d t} = -I_{max} \cdot \omega \sin(\omega t)$$

Ango:

$$\frac{d i}{d t} = -I_{max} \cdot \omega \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \dots \dots (17)$$

Di têtikiliya (16) de bi cih dîkin:

$$u = L \cdot \omega \cdot I_{max} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \dots \dots (18)$$

Qasiya  $X_L = L \cdot \omega$  bi navê xwegira têla badokî tê naskirin, di sîstema navnetewî de bi omê têtîvan, her wiha têtikiliya (18) dibe bi vî awayî:

$$u = X_L \cdot I_{max} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \dots \dots (19)$$

Lê:

$$U_{max} = X_L \cdot I_{max} \dots \dots (20)$$

Fonkisyona potensiyelê di navbera her du aliyên têla badokî de, dibe bi vî awayî:

$$u = U_{max} \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \dots \dots (21)$$



Bi hevrûkirina di navbera têkiliya (15) û têkiliya (21) de, tê xuyakirin ku potensiyela kêliyî bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  di qonaxê de li pêşiya xurtiya kêliyî ye.



Ji bo bidestxistina nirxên hilberîner, her du aliyên têkiliya (20) belavî  $\sqrt{2}$  bikin:

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_L \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{eff} = X_L \cdot I_{eff}$$

Nirxê navîn  $P_{avg}$  ji karîne re bi vê têkiliyê tê dayîn:

$$P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cos(\varphi)$$

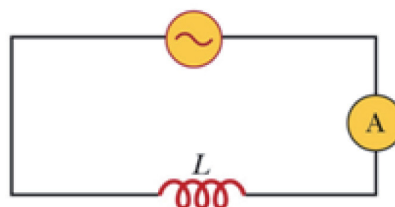
Lê di rewşa têla badokî ya xwedî xwegira piştguhkirî:

$$\begin{aligned} \bar{\varphi} &= \frac{\pi}{2} \text{ red} \\ \Rightarrow \cos(\varphi) &= 0 \Rightarrow P_{avg} = 0 \end{aligned}$$

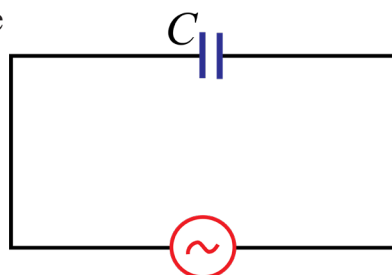
Ango karîna navîn di têla badokî de sifir e, her wiha têla badokî di çaryeka dewira yekem de enerjîyeke elektromagnetîzî depo dike, ji bo di çaryeka dewira li pey wê de, wê vegerîne dewireya derveyî bi awayekî elektrîkî, anga têla badokî enerjîyê namezixîne.

### Rahênaneke çarekirî (3):

Di dewireya di teşeyê de diyarkirî, potensiyeleke guherbar ku nirxê wê ye kêliyî  $u = 150 \cos(1000t)$  be, li ser têleke badokî bi kar bînin, ku xwebera wê têlê  $L = 0.02 \text{ H}$  be û xwegira wê ya omî piştguhkirî be.



Fonkisyona xurtiya kêliyî i ji herikîne re binivîsin û karîna navîn  $P_{avg}$  bibînin.



**Çare:**

Ji ber ku potensiyela di navbera her du aliyên têla badokî de bikarhatî, bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  di pêvajoyê de li pêşiya xurtiyê ye, wê demê awayê giştî ji fonkisyona xurtiya kêliyî ya di têla badokî re derbaskirî, wiha ye:

$$\bar{i} = I_{max} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Li gorî ku xurtiya kêliyî bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  di pêvajoyê de li paşê potensiyela di navbera her du aliyên têla badokî de bikarhatî ye:

$$I_{max} = \frac{U_{max}}{X_L} = \frac{U_{max}}{L \cdot \omega} = \frac{150}{1000 \times 0.02} = 7.5 \text{ A}$$

Bi cih bikin:

$$\bar{i} = 7.5 \cos(1000t - \frac{\pi}{2})$$

Karîna navîn:

$$P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cos(\frac{\pi}{2}) = 0 \text{ W}$$

**3- Di dewireya herikîneke guherbar de, kapasîtor:**

Weke di teşeyê de, dewireyeke herikîneke guherbar a sayinî bibin, ku kapasîtooreke nebarkirî bigire û potensiyeleke kêliyî  $u$  di navbera her du aliyên wê de bi kar bînin.

Awayê herî sade ya fonkisyona xurtiya kêliyî ya di dewireya kapasîtorê re derbaskirî wiha ye:

$$\bar{i} = I_{max} \cos(\omega t) \dots \dots (22)$$

Têkiliya potensiyela kêliyî di navbera her du lewheyên kapasîtorê bi vî awayê ye:

$$\bar{u} = \frac{\bar{q}}{C}$$

Heger  $C$  firehiya kapasîtorê xwecih be,  $q$  barê wê ye bi demê re guhêr be, wê demê di navbereke demî  $d(t)$  de, barê kapasîtorê bi qasî  $d(q)$  tê guherîn:

$$dq = i dt \dots (24)$$

Ji bo dîtina barê kapasîtorê di dema  $t$  de, têkiliyê integral bikin:

$$\begin{aligned} \bar{q} &= \int i dt = \int I_{\max} \cos(\omega t) dt \\ &= I_{\max} \int \cos(\omega t) dt \end{aligned}$$

Lê:

$$\begin{aligned} \int \cos(\omega t) dt &= \frac{1}{\omega} \sin(\omega t) \\ \bar{q} &= \frac{1}{\omega C} I_{\max} \cdot \sin(\omega t) \end{aligned}$$

Di têkiliya (23) de bi cih bikin:

$$\bar{u} = \frac{1}{\omega C} I_{\max} \cdot \sin(\omega t)$$

Lê:

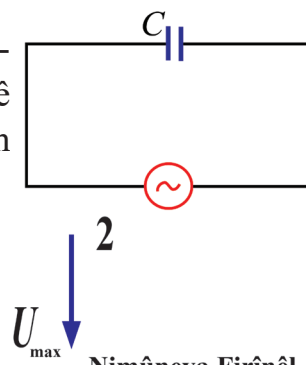
$$\begin{aligned} \sin(\omega t) &= \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \\ \bar{u} &= \frac{1}{\omega C} I_{\max} \cdot \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \end{aligned}$$

Ji qasiya  $X_c = \frac{1}{\omega C}$  re xwegira kapasîtorê (firehiya kapasîtorê yan jî xwegira firehiyê ji kapasîtorê re) tê gotin, di sîstema navnetewî de bi mena om tê pîvan:

$$\bar{u} = X_c \cdot I_{\max} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$U_{\max} = X_c \cdot I_{\max} \dots (25)$$

$$\bar{u} = U_{\max} \cdot \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \dots (26)$$



Bi hevrûkirina di navbera têkiliya (26) û têkiliya (22) de, cudahiya pêvajoyê  $\bar{\varphi} = -\frac{\pi}{2}$  ye, ango potensiyela kêliyê di navbera her du aliyên kapasîtorê de bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  paşê herikîne ye û ji bo bidestxistina nîrxên hilberîner, her du aliyên têkiliya (25) belavî  $\sqrt{2}$  bikin:

$$\frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = X_c \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$U_{\text{eff}} = X_c \cdot I_{\text{eff}} \dots \dots (27)$$

Têkiliya karîna mizêxer di navbera her du aliyên kapasîtorê de bi vî awayî ye:  $P_{\text{avg}} = I_{\text{eff}} \cdot U_{\text{eff}} \cos(\varphi)$

$$\cos(\varphi) = 0 \Rightarrow P_{\text{avg}} = 0$$

Karîna navîn di kapasîtorê de tune ye û kapasîtor tu enerjîyê namezêxe, ji ber ku di çaryek dewir de bi awayekî elektrîkî enerjîyê depo dike û di çaryeka dewira li pey wê bi awayekî elektrîkî, heman vedigerîne.

**Rahênaneke çarekirî (4):**

Heger firehiya kapasîtorê ya di teşe de diyarkirî yeksanî  $2 \mu F$  be û cudahiya potensiyela kêliyî di navbera her du aliyên wê de bi vê têkiliyê bê dayîn:

$$\bar{u} = 100 \cdot \cos(1000 t)$$

Xwegira vê kapasîtorê bibînin û fonksiyonên kêliyî ji herikîn û bara elektrîkî re binivîsin.

**Çare:**

Dîtina xwegirê:

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{1000 (2 \times 10^{-2})} = 5 \times 10^2 \Omega$$

Fonksiyona xurtiya kêliyî ji herikînê re:

$$\bar{i} = \frac{U_{\max}}{X_c} = \frac{100}{5 \times 10^2} = 0.2 A$$

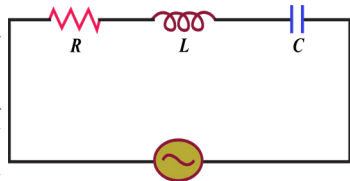
$$\bar{i} = I_{\max} \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = 0.2 \cos(1000 t + \frac{\pi}{2})$$

Fonksiyona barê:

$$\bar{q} = C \cdot U_{\max} \cdot \cos(\omega 1000 t) = 2 \times 10^{-4} \cdot \cos(1000 t)$$

**4- Dewireya herikîneke guherbar ku xwegirek, têleke badokî û kapasîtooreke bi rêzkerin pevgihandî digire:**

Dewireyê herikîneke guherbar bibin ku van tiştan digire, xwegirê  $R$  û têleke badokî xwedî xwebera  $L$  û xwegira piştguhkirî û kapasîtoorekê  $C$  ku firehiya wê bi rêzkerin bi



jeneretora herikîna guherbar a sayinî pevgihanî ye, piştê di navbera her du aliyên dewireyê de potensiyeleke kêliyî u bi kar bînin, têkiliya xurtiya kêliyî ji herikînê re bi vî awayî ye:

$$\bar{i} = I_{\max} \cdot \cos(\omega t) \dots\dots (28)$$

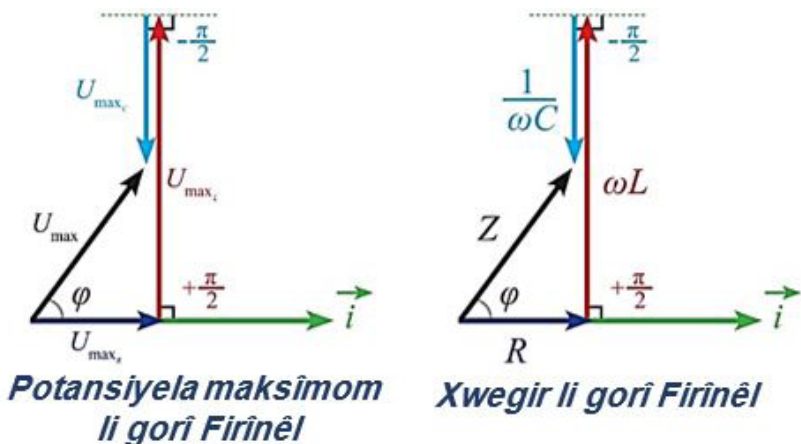
Xwegir:  $X_R = R$

Xwegira têla badokî:  $X_L = L \cdot \omega$

Xwegira kapasêtorê:  $X_c = \frac{1}{\omega \cdot C}$

Ji bo dîtina tevahî maksîmom potensiyel, nîşankirina Firînêl bi kar bînin, li gorî ku ev potensiyel bi vî awayî parve bibe:

- Maksîmom potensiyel di navbera her du aliyên xwegirê de  $U_{\max R} = X_R \cdot I_{\max}$ , di pêvajoyê de bi xurtiyê re ye, potensiyel bi tîreke li ser tewareya xurtiyê yeksaneyî tê nîşankirin.
- Maksîmom potensiyel di navbera her du aliyên têla badokî de  $U_{\max L} = L \cdot \omega \cdot I_{\max}$ , bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  di pêvajoyê de li pêşiya xurtiyê ye, potensiyel bi tîreke ku goşeya  $+\frac{\pi}{2}$  bi tewareya xurtiyê re çêdike, tê nîşankirin.
- Maksîmom potensiyel di navbera her du aliyên kapasêtorê de  $U_{\max C} = \frac{1}{\omega C} \cdot I_{\max}$  bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  di pêvajoyê de li paşê xurtiyê ye, potensiyel bi tîreke ku goşeya  $+\frac{\pi}{2}$  bi tewareya xurtiyê re çêdike, tê nîşankirin.



$$\vec{U}_{\max} = \vec{U}_{\max R} + \vec{U}_{\max L} + \vec{U}_{\max C}$$

Ji tesse tê xuyakirin ku tevahî maksîmom potensiyel  $U_{\max}$ :

$$U_{\max}^2 = U_{\max R}^2 + (U_{\max L} - U_{\max C})^2$$

$$U_{\max} = \sqrt{U_{\max R}^2 + (U_{\max L} - U_{\max C})^2} \dots \dots (29)$$

$$U_{\max} = I_{\max} \sqrt{R^2 + (\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C})^2} \dots \dots (30)$$

$$\text{Qasiya : } Z = \sqrt{R^2 + (\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C})^2} \dots \dots (31)$$

Bi navê xwegira omî ji dewireyê re tê naskirin, têkiliya (30) dibe bi vî awayî:  $U_{\max} = I_{\max} \cdot Z \dots \dots (32)$

Ji bo bidestxistina nirxê hilberîner, her du aliyên têkiliya (30) belavî  $\sqrt{2}$  :

$$\frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = Z \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{\text{eff}} = Z I_{\text{eff}} \dots \dots (33)$$

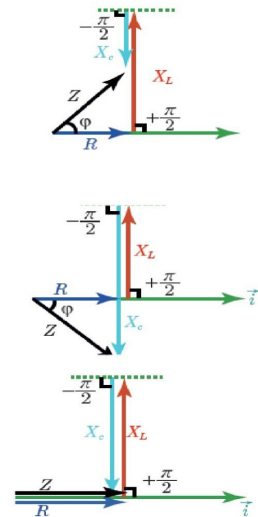
Ji bo naskirina pêvajoyê di navbera xurtî û potensiyelê de:

$$\cos(\varphi) = \frac{U_{\max R}}{U_{\max}} \Rightarrow \cos(\varphi) = \frac{R I_{\max}}{Z I_{\max}}$$

$$\cos(\varphi) = \frac{R}{Z} \dots \dots (34)$$

Sê rewşên cuda hene li gorî encama ku ji her du hevkeşeyên (31) û (34) tên bidestxistin, ew jî ev in:

1. Dema ku xwegira têla badokî  $X_L$  ji xwegira kapasîtorê  $X_C$  mezintir be, herikîn li paşê potensiyelê ye.
2. Dema ku xwegira kapasîtorê  $X_C$  ji xwegira têla badokî  $X_L$  mezintir be, herikîn li pêşiya potensiyelê ye.
3. Dema ku  $X_L$  û  $X_C$  yeksan bin, di vê rewşê de xwegira dewireyê herî biçûk e û tenê yeksanî nirxê xwegirê  $R$  ye û nirxê herikîna di dewireyê re derbaskirî herî mezin e  $I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R}$  her wiha herikîn di pêvajoyê de bi potensiyelê re ye.



$\overline{\varphi} = 0$  weke di teşeyê de, dewire di rewşa bersivmendiya elektrîkî de ye:

Karîna navîn di dewireyê de herî mezin e, ew jî ji ber ku nirxê herikîne maksîmom e, her wiha karîgeha karîne:

$$(\overline{\varphi} = 0) \Rightarrow \cos(\overline{\varphi}) = 1$$

Di vê rewşê de, maksîmom potensiyel di navbera her du aliyên xwegirê de  $R \cdot I_{max}$  ye û yeksanî maksîmom potensiyela jêderê  $U_{max}$  ye, ew jî ji ber ku potensiyel di navbera her du aliyên têla badokî de  $X_L \cdot I_{max}$  bi nirx yeksanî potensiyela di navbera her du aliyên kapasîtorê de  $X_C \cdot I_{max}$  lê dijberî aliyê wê ye, dibe ku li gorî potensiyela jêderê nirxê her yek ji wan gelekî mezin be.

Ji bo bideştixistina potensiyelên mezin di navbera aliyên têlên badokî û kapasîtoran de, bi riya bikaranîna jêderên xwedî potensiyelên bi nirxên sînorkirî, ev rêbaz di dewireyên radyoyê de bi kar tê, ji tiştên bûrî tê xuyakirin ku heger di dewireyê herikîneke guherbar a sayînî de,  $C$ ,  $L$  û  $R$  bi rêzkirin pevgihandî bin, wê demê merca bersivmendiya elektrîkî ev e:

Yeksaniya lêdana taybet a lerizîna elektironan  $\omega_0$  bi lêdana neçarî  $\omega$  re ya ku jeneretor wê li ser dewireyê zor dike, lêdanê bi simbola  $\omega_r$  nîşan bikin û bi navê lêdana bersivmendiya elektrîkî tê naskirin:

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r \cdot C} \Rightarrow 2\pi f_r L = \frac{1}{2\pi f_r C} \Rightarrow$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \dots \dots (35)$$

Dewira herikîne di vê rewşê de wiha ye:

$$T_r = 2\pi \sqrt{LC} \dots \dots (36)$$

$f_r$  bi navê lerizîna bersivmendiya elektrîkî (lerizîna dewireyê) tê naskirin û taybetiya bersivmendiya elektrîkî di bikaranîna kontrolkirina di alavên pêşwaziyê de bi kar tê, li gorî ku dewireya antenê ji têleke badokî û kapasîtooreke bi rêzkirin pevgihandî pêk tê û bi riya pêlên ji weşîngehên cuda belavkirî, di vê dewireyê de hêzeke livîner çêdibe û ji bo lerizîna  $f_r$  yeksanî lerizîna weşîngeha xwestî be di dema guherîna firehiya kapasîtorê  $C$  de,

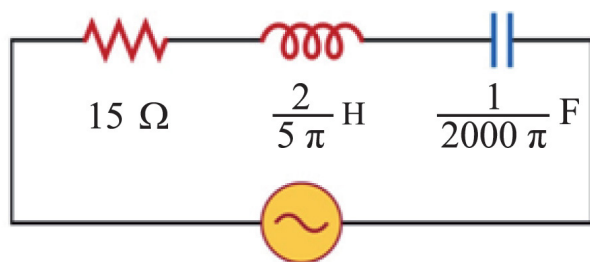


herikîna arîner a çêkirî, tenê li gorî vê lerizînê herî mezin e, bi vî awayî dibe ku weşîngeha xweştî guhdar bikin.

Bi guherîna nîrxê lerizîna jêderê yan jî guherîna nîrxên  $L$  û  $C$  bi hev re, dibe ku merca di hev kêşeya (36) de pêk were.

### Rahênaneke çarekirî (5):

Weke di teşeyê de, di dewireyeke herikîneke guherbar de,  $C$ ,  $L$  û  $R$  bi rêzkirin pevgihandî ne, li gorî ku lerizîna jêderê  $50 \text{ Hz}$  û nîrxê potensiyela wê  $U_{eff} = 50 \text{ V}$  e.



Tevahî xwegira dewireyê, maksîmom nîrxê herikîna di dewireyê re derbaskirî, karîngeha karînê û karîna navîn bibînin.

### Çare:

Xwegira têla badokî:

$$X_L = L \cdot \omega = 2\pi f L = 2 \times 50 \times \frac{2}{5\pi} = 40 \Omega$$

Xwegira kapasîtorê:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times 50 \times \frac{1}{2000\pi}} = 20 \Omega$$

Tevahiya xwegirê:

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} = \sqrt{(15)^2 + (40 - 20)^2} = 25 \Omega$$

Nîrxê herikîne (maksîmom xurtî):

$$U_{eff} = Z I_{eff}$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{50}{25} = 2 \text{ A}$$

Maksîmom nirxê herikînê:

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{eff} \Rightarrow I_{max} = 2\sqrt{2} \text{ A}$$

Karîgeha karînê:

$$\cos(\overline{\varphi}) = \frac{R}{Z} = \frac{15}{25} = \frac{3}{5}$$

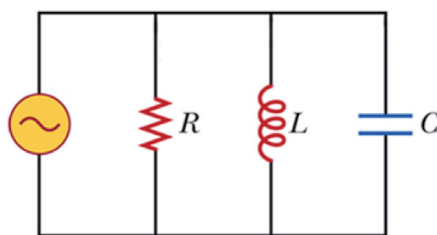
Karîna navîn:

$$P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cos(\overline{\varphi}) = 2 \times 50 \times \frac{3}{5} = 60 \text{ W}$$

## 2- Di dewireyê guherbar de, pevgerîdana bi çaxkirin:

- Di dewireyê guherbar de, xwegirêk, têleke badokî û kapasîtoreke bi şaxkirin pevgihandî:

Weke di teşeyê de, dewireyê guherbar bibin ku xwegirêk  $R$ , kapasîtorek  $C$  û têleke badokî  $L$  bi şaxkirin digire, Tê xuyakirin ku di rewşa dewireyê guherbar de ya ku endamên bi rêz-



kirin pevgihanî digire, xurtiya herikînê di hemû endaman de heman e, lê di dewireyên guherbar de ya ku endamên bi şaxkirin pevgihandî digire, nirxê herikîna di her şaxekê de li gorî nirxê xwegirê di heman şaxê de ye û komkirina tîrî ji herikîna hilberîner ên di hemû şaxan re derbasbûyî, yeksanî tevahî herikîna hilberîner ji dewireyê re.

Heger potensiyela di navbera her du aliyên dewireyê de bikarhatî, bi vê hevkeşeyê were dayîn:

$$\overline{u} = U_{max} \cos(\omega t)$$

Û heger xwegirê  $X_R = R$  be, xwegirê têle badokî  $X_L = L \cdot \omega$  be û xwegirê kapasîtorekê  $X_C = \frac{1}{\omega C}$  be, her wiha heger  $i$  tevahî herikîn be, wê demê:

$$\overline{i} = \overline{i}_R = \overline{i}_L = \overline{i}_C \dots \dots (38)$$

Di pêvajoyê de, herikîna xwegirê bi potensiyela di navbera her du aliyê wê de bikarhatî ye:

$$\bar{i}_R = I_{\max} \cos(\omega t)$$

Di pêvajoyê de, herikîna têla badokî bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  li paşê potensiyela di navbera her du aliyê wê de bikarhatî ye:

$$\bar{i}_L = I_{\max L} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Di pêvajoyê de, herikîna kapasîtorê bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  li pêşiya potensiyela di navbera her du aliyê wê de bikarhatî ye:

$$\bar{i}_C = I_{\max C} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Nîşankirina herikîna têla badokî û herikîna kapasîtorê, bi du tîrên heman rahiştek in û aliyên wan dijber in.

Di dewireya resen de, tevahî herikîn dibe komkirina fonkîsyonên sayinî ya heman lêdan, her wiha fonkîsyoneke sayinî ye ku heman lêdana potensiyela di navbera her du aliyên dewireyê de bikarhatî ye, lê bi pêvajoya  $\bar{\varphi}$  cuda ye:

$$\bar{i} = I_{\max R} \cdot \cos(\omega t + \bar{\varphi})$$

Ji bo naskirina  $\bar{\varphi}$  û  $I_{\max}$  nîşankirina Firînêl bi kar bînin:

$$\vec{I}_{\max} = \vec{I}_{\max R} + \vec{I}_{\max L} + \vec{I}_{\max C}$$

Ji ber ku:  $\omega \cdot L < \frac{1}{\omega \cdot C}$

Wê demê:  $\vec{I}_{\max L} > \vec{I}_{\max C}$

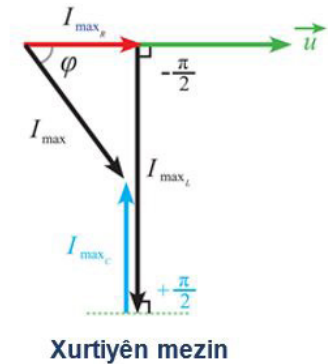
Ji teşeyê:

$$I_{\max}^2 = I_{\max R}^2 + (I_{\max L} - I_{\max C})^2$$

$$I_{\max} = \sqrt{I_{\max R}^2 + (I_{\max L} - I_{\max C})^2} \dots \dots (39)$$

Ji bo naskirina  $\bar{\varphi}$  : ji nîşankirina Firînêl a di teşeya bûrî de:

$$\cos(\bar{\varphi}) = \frac{I_{\max R}}{I_{\max}} \dots \dots (40)$$



**Rewşên taybet:**

**a) Rewşa du şaxan ku di her yekê de, xwegireke omî hebe:**

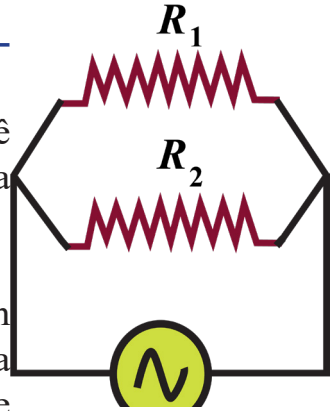
Potensiyela di navbera her du aliyên jêderê de bikarhatî, heman potensiyela di navbera her du şaxan de bikarhatî ye, ango:

$$\bar{u} = \bar{u}_1 = \bar{u}_2 \dots \dots (41)$$

Ji ber ku potensiyela di navbera her du aliyên dewireyê de bikarhatî û xurtiya hilberîner a di her şaxekê re derbasbûyî, bi pêvajoyê re ne, wê demê xurtiyên hilberîner li ser heman rahiştekekê ne:

$$I_{eff} = I_{eff1} + I_{eff2} \dots \dots (42)$$

$$\frac{U_{eff}}{R} = \frac{U_{eff}}{R_1} + \frac{U_{eff}}{R_2}$$



**b) Rewşa du şaxan ku di ya yekem de têlêke badokî xwedî xwegirek heye û di ya duyem de kapasîtorek heye:**

Fonkisyona potensiyela di navbera her du aliyên dewireyê de weke di teşe de diyarkirî, bi vê hev kêşeyê tê dayîn:

$$\bar{u} = U_{max} \cos(\omega t) \dots \dots (44)$$

Di pêvajoyê de, xurtiya di şaxa têla badokî de bi qasî  $\bar{\varphi}_1$  li paşê potensiyela bikarhatî ye û bi vê hev kêşeyê tê dayîn:

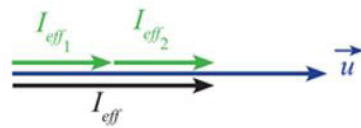
$$\bar{i}_1 = I_{maxR} \cos(\omega t - \bar{\varphi}_1)$$

Di pêvajoyê de, xurtiya di şaxa kapasîtore de bi qasî  $\frac{\pi}{2}$  li pêşiya potensiyela bikarhatî ye û bi vê hev kêşeyê tê dayîn:

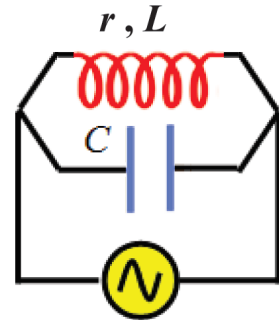
$$\bar{i}_2 = I_{maxR} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Bi têbîniya ku her du hev kêşeyên xurtî û potensiyelê heman lêdan in, hev kêşeya xurtiya keliyî di dewireya resen de (berî şaxkirinê) bi vî awayî ye:

$$\bar{i} = I_{maxR} \cos(\omega t - \bar{\varphi})$$



Xurtiyên berhem



Her wiha:

$$\begin{aligned} \vec{I}_{\max} &= \vec{I}_{\max L} + \vec{I}_{\max C} \\ \frac{\vec{I}_{\max}}{\sqrt{2}} &= \frac{\vec{I}_{\max L}}{\sqrt{2}} + \frac{\vec{I}_{\max C}}{\sqrt{2}} \\ \vec{I}_{\text{eff}} &= \vec{I}_{\text{eff} L} + \vec{I}_{\text{eff} C} \dots \dots \dots (45) \end{aligned}$$

Li gorî ku di vê rewşê de  $\bar{\varphi} > 0$  bi karanîna nîşankirina Firînêl, tê xuyakirin ku di pêvajoyê de xurtî di dewireya resen de bi qasî  $\bar{\varphi}$  li pêşiya potensiyelê ye û dibe ku xurtiya hilberîner di dewireya resen de yan geometrî yan jî ji vê têkiliyê bê dîtin:

$$I_{\max} = \sqrt{I_{\max L}^2 + I_{\max C}^2 + 2I_{\max L} \cdot I_{\max C} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \dots \dots (46)$$

Dema ku xwegira têla badokî piştguhkirî be,  $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$  ye û wê demê elektiron di her du şaxan de dijberî pêvajoyê dilerizin û di her du şaxan re du herikînên hevdiş derbas dibin.

Heger  $\omega \cdot L < \frac{1}{\omega \cdot C}$  be, wê demê:  $I_{\text{eff} L} < I_{\text{eff} C}$

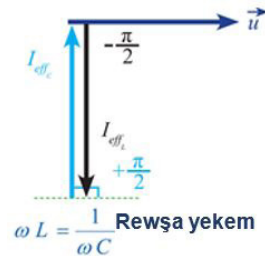
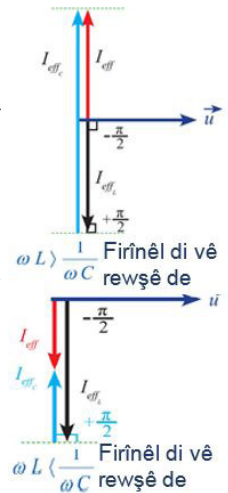
Weke di teşeyê de, ji nîşankirina Firînêl xurtiya hilberîner di dewireya resen de:  $I_{\text{eff}} = I_{\text{eff} L} - I_{\text{eff} C}$

Heger  $\omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$  be, wê demê:

$I_{\text{eff} L} = I_{\text{eff} C}$  Weke di teşeyê de, xurtiya hilberîner di dewireya resen de:  $I_{\text{eff}} = 0$

Xurtî tune dibe û ev rewş bi navê fetisîna herikînê tê naskirin û dewire bi fetisîker herikînê tê taybetkirin û wê demê:

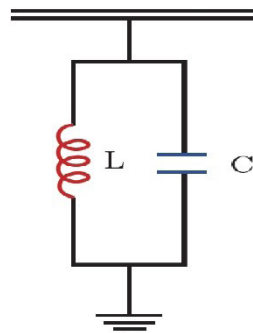
$$\begin{aligned} \omega &= \omega_r \\ \omega_r \cdot L &= \frac{1}{\omega_r \cdot C} \Rightarrow \omega_r^2 = \frac{1}{C \cdot L} \Rightarrow \\ \omega_r &= \frac{1}{\sqrt{C \cdot L}} \\ f_r &= \frac{1}{2\pi \sqrt{C \cdot L}} \dots \dots (47) \end{aligned}$$



Li gorî ku  $f_r$  lerizîna bersivmendiya elektrîkî ya xweberî ji dewireyê re ye ku herikîna li cem wê encamkirî tuneyî ye, ango herikîna ku ev têkilî dewira wê pêk tîne, di dewireya resen re derbas nabe:

$$T_r = 2\pi \sqrt{C \cdot L} \dots \dots (48)$$

Dewireya fetisîker di pevgirêdana xêzikên veguheştina enerjîya elektrîkî bi erdê ve bi kar tê, bi armanca palandina lerizînên ku xêzik wan ji atmosfîrê digire, ew jî ku lerizîna bersivmendiya dewireya lerizok yeksanî lerizîna herikîna xêzika veguheştinê be, her wiha li gorî vê lerizînê xwegira wê bêdawî ye, lê lerizînên din ên ji atmosfîrê hatin girtin di dewireya lerizok re derbasî erdê dibin.



**Rahênaneke çarekirî (6):**

Sê kapasîtorên xwedî firehiyên **20,80,40** mîkrofarad bi şaxkirin bi jêdera xwedî hêza livîner 100 volt û lerizîna **50** hirtiz pevgihandî ye, xurtita herikîna di bazinê re derbasbûyî bibînin.

**Çare:**

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 20 + 80 + 40 = 140 \times 10^{-6}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1 \times 7 \times 10^6}{2 \times 22 \times 50 \times 140} = 22.72 \Omega$$

$$I = \frac{100}{22.72} = 4.4 A$$

## PIRSÊN NIRXANDINÊ

### 1- Bi alîkariya têkiliyên bîrkariyî heger pêwîst be, raveyêke zanistî bidin:

1. Dema pevgerêdana her du lewheyên kapasîtorê bi pirîzeke herikîneke domdar, ew kapasîtor herikîneke domdar derbas nake.
2. Kapasîtor herikîneke guherbar a sayinî derbas dike, dema pevgerêdana her du lewheyên wê bi pirîza vê herikîna guherbar ve.
3. Kapasîtor xwegireke mezin dide herikînên xwedî lerizînên nizim.
4. Têla badokî xwegireke mezin dide herikînên xwedî lerizînên bilind.
5. Xurtiya hilberîner di gelek alavên bi rêzkerin pevgerîhandî heman e, li gorî ku çî qasî nixrê xwegirên wan cuda bin.
6. Têla badokî ya xwedî xwegira piştguhkirî û kapasîtor tu karînen elektirîkînamezêxin.

### 2- Van girêftariyan çare bikin:

1- Potensiyeleke domdar  $12\text{ V}$  li ser her du aliyên têleke badokî bi kar bînin, her wiha herikîneke xwedî xurtiya  $1\text{ A}$  tê re derbas dibe û dema ku hûn di navbera her du aliyên heman têla badokî de potensiyeleke guherbar a sayinî ku nixrê wê yê hilberîner  $130\text{ V}$  û lerizîna wê  $50\text{ Hz}$  be bi kar bînin, herikîneke hilberîner  $10\text{ A}$  tê re derbas dibe.

- a. Xwegir û xwebera têla badokî bibînin.
- b. Heger rûbera parçeya têla badokî  $\frac{1}{80}\text{ m}^2$  be û dirêjahiya wê  $1\text{ m}$  be, hejmara pêçanên wê bibînin.

2- Lerizîna pirîza herikîneke guherbar a sayinî  $50\text{ Hz}$  e, di navbera her du aliyên wê de bi rêzkerin van alavan girê bidin:

Xwegireke omî  $R$ , têleke badokî xwedî xwegireke omî û xwebereke piştguhkirî  $L$ , kapasîtooreke xwedî firehiya  $C = \frac{1}{2000}\text{ F}$   
Her wiha potensiyela di navbera her du aliyên parçeyên dewireyê bi rêzkerin wiha ye:

$$U_{eff3} = 40\text{ V}, U_{eff2} = 80\text{ V}, U_{eff1} = 30\text{ V}$$

- a. Bi riya nîşankirina firînêl nîrxê tevahî potensiyela hilberîner di navbera her du aliyên pirîzê de, bibînin.
- b. Nîrxê xurtiya hilberîner a di dewireyê re derbasbûyî bibînin û piştî fonkisyona demî ji wê xurtiyê re binivîsin.
- c. Tevahî xwegira dewireyê bibînin.
- d. Xwebera têla badokî bibînin û fonkisyona demî ji potensiyela di navbera her du aliyên wê de binivîsin.
- e. Karîgeha karîna dewireyê bibînin.



## WANE 3

### GUHÊREKA ELEKTIRÎKÎ

Pêdiviya karê hinek alavên elektirîkî bi potensiyeleke nizim heye û pêdiviya hineke din bi potensiyeleke rêjeyî bilind heye, gelo çawa potensiyela gunçaw ji karê wan re tê peydakirin?



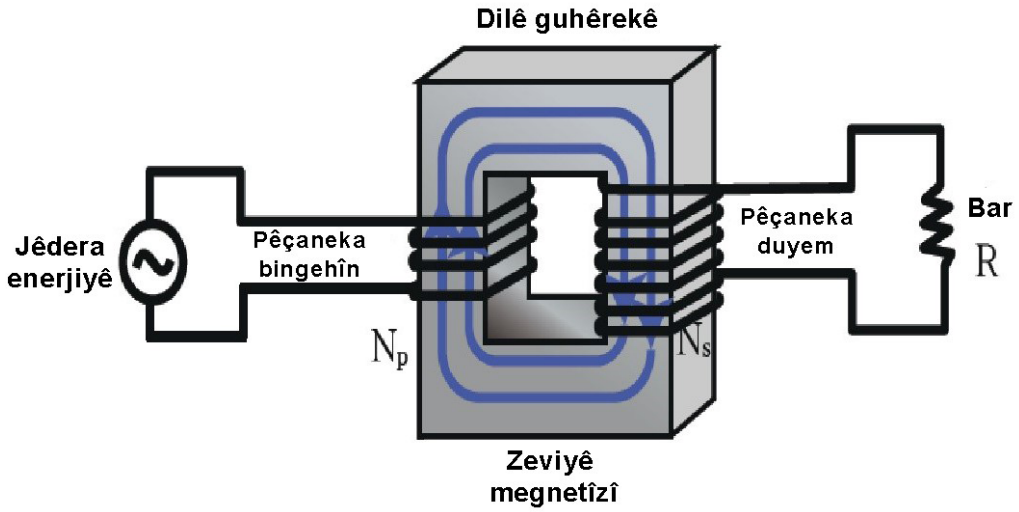
Navenda çêkirina enerjîya elektirîkî di Siwêdikê de ya girêdayî bajarê

Dêrikê, yek ji pirojeyên sereke ye ku di piştgirtiya aboriya welatî de ya bakur û rojhilatê sûriyê alîkar e, li gorî ku bi riya guhêrekên raker ji potensiyelê re, potensiyela hilberîner di rawestgeha çêkirinê de tê bilindkirin, ew jî ji bo kêmbûna windakirina parçeyek ji enerjîya elektirîkî bi karê jûl, li ser vê bingehe guhêrek çi ye? Karê wê çi ye?

#### **Guhêreka elektirîkî:**

Alaveke elektirîkî ye, li ser bilindkirin an nizimkirina potensiyel û her du herikînen hilberîner ên guherbar kar dike, bêyî ku karîna veguheştî û lerizîna herikîne biguhere, ew jî yek ji girîngtirîn pêkanînen dewireyên elektirîkî yên pevgirêdayî ye ku li ser buyera arandina elektiromagnetîzî kar dike.

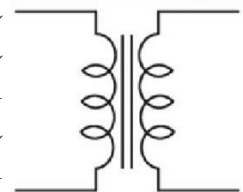
Guhêrek ji du têlên badokî pêk tê ku her du têlên badokî ji têleke şîner bi cudakerê pêçayî çêkirî ne û li ser tovikeke ji hesina nerim pêçayî ne, têla badokî ya girêdayî pirîza herikîne bi navê têla badokî ya yekem tê naskirin û dewireya wê bi navê dewireya yekem tê naskirin, lê têla badokî ya girêdayî alaveke elektirîkî bi navê têla badokî ya duyem tê naskirin û dewireya wê bi navê dewireya duyem tê naskirin.



Her tim di navbera her du têlên badokî yên yekem û duyem de ji guhêrekê re, hejmara pêçanan cuda ne li gorî ku têla badokî ya xwedî hindiktirîn pêçan ji têlekê çêdibe ku parçeya vê têlê ji parçeya têla badokî ya din a xwedî zêdetirîn pêçan, mezintir e. Dema pêkanîna herikîneke guherbar a sayinî  $U_p$  di navbera her du aliyên têla badokî ya yekem de, herikîneke guherbar a sayinî  $I_p$  di vê têla badokî re derbas dibe, her wiha dibe sedema çêkirina zeviyeke megnetîzî ya guherbar ku nêzî hemû xêzikên wê di tovika hesinî ya girtî re tîn diravêtin (ew jî ji ber derbasbûna megnetîzî ya gelekî mezin li hesinê li gorî derbasbûna megnetîzî li valahiyê, ji bo têla badokî ya duyem derbas bike), her wiha bi piştguhkirina xwegira têlên badokî di guhêrekê de hêzeke livîner, elektrîkî û arîner çêdibe ku yeksanî potensiyela guherbar a arîker  $U_s$  ye û herikîneke guherbar a arîner  $I_s$  di têla badokî ya duyem de çêdibe ku potensiyela herikîna veşandî di têla badokî ya yekem de, jê re heye.

### **Têkiliya di navbera her du hêzên livîner û elektrîkî de di pêçana guhêreka nimûneyî de:**

Dem a ku pêçana destpêkê digihe jêdereke keda sayinî (cudahiya potensiyelê), guherîna di zeviya megnetîzî de hêzeke livîner, elektrîkî û arîner di pêçana duyem de ya heman lerizîn çêdike û hêza livîner, elektrîkî û arîner di pêçana duyem de bi vê têkiliyê tê dayîn:



$$\epsilon_s = -N_s \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \dots\dots (1)$$

Li gorî ku:

Guhêreka elektirîkî di dewireyên elektirîkî de bi sembola bûrî tê nîşankirin.

$N_s$ : Hejmara pêçanên pêçeka duyem e.

$\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ : Navîniya diravêtina xêzikên zeviya megnetîzî ya ku wê dibire.

Di heman demê de, hêzeke livîner û elektirîkî di pêçana destpêkê de çêdibe û bi navîniya ku bi wê zeviya megnetîzî tê guherîn, tê girêdan.

Ev hêza livîner nêzî hêza livîner a elektirîkî ji jêdera derveyî hevseng dibe û dibe ku parçeyek ji kedê di hundirê xwegira têlê de bê mezaxtin û ev hêza livîner a arîner li ser nîşankirina nîrxê herikîne kar dike, li gorî ku gelekî zêde nebe ji ber ku dê pêçeka destpêkê bişewite û bi vê têkiliyê tê dayîn:

$$\epsilon_p = -N_p \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \dots\dots (2)$$

Li gorî ku  $N_p$  hejmara pêçanên pêçeka destpêkê ye.

Heger windakirin di zeviya megnetîzî ya bi giştî di pêçeka duyem de çêbûyî tune be, dibe ku her du têkiliyên bûrî belavî hev bibin:

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_p} = \frac{N_s}{N_p} \dots\dots (3)$$

Ev têkilî çawaniya girêdana hêza livîner ji pêçeka duyem re  $\epsilon_s$  bi hêza livîner  $\epsilon_p$  ve nîşan dike, heger  $N_s$  ji  $N_p$  mezintir be, guhêrekeke ji kedê re raker heye li gorî ku hêza livîner û elektirîkî ya pêçeka duyem, ji hêza livîner û elektirîkî ya pêçeka destpêkê mezintir e.

**Mînak:**

Heger hejmara pêçanên pêçeka duyem du qatê hejmara pêçanên pêçeka destpêkê be, wê demê  $\epsilon_s$  du qatê  $\epsilon_p$  ye.

Heger  $N_s$  ji  $N_p$  biçûktir be, guhêrekeke ji kedê re nizimker heye û  $\epsilon_s$  ji  $\epsilon_p$  kêmtir e.

## Têkiliya di navbera her du xurtiyên herikînan di her du pêçekên guhêrekê de:

Heger windakirin di enerjîya elektirîkî di guhêrekê de tune be, wê demê li gorî zagona paraştina enerjîyê, divê enerjîya elektirîkî ya di pêçeka destpêkê de mezaxtî yeksanî enerjîya elektirîkî ya di pêçeka duyem de çêkirî be, ango:

$$\epsilon_s \cdot I_p \cdot t = \epsilon_s \cdot I_s \cdot t$$

Her wiha:

$$\begin{aligned}\epsilon_s I_p &= \epsilon_s I_s \\ \frac{\epsilon_s}{\epsilon_p} &= \frac{N_s}{N_p} \Rightarrow \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}\end{aligned}$$

Xurtiya herikîne di kîjan pêçekê de be, bi hejmara pêçanên wê re di nava rêjedariyeke vajî de ye, dema ku hejmara pêçanên pêçeka duyem du qatê pêçanên pêçeka destpêkê be, wê demê xurtiya pêçeka duyem yeksanî nîvê xurtiya pêçeka destpêkê, ji vir girîngiya bikaranîna guhêreka ji kedê re raker li cem rawestgeha çêkirîna elektirîkî tê xuyakirin, li gorî ku ked li nirxekî bilind tê rakirin, her wiha xurtiya herikîne li nirxekî gelekê kêmtê kêmkirin, her wiha navîniya windakirinê di karîne de kêmtê dibe û yeksanî:

$$P = I^2 \cdot R$$

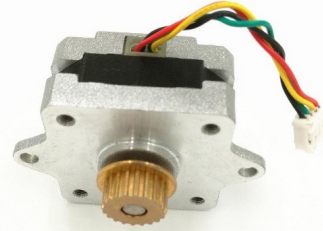
Li gorî ku  $I$  xurtiya herikîna elektirîkî ya di tîlan re derbasbûyî ye ku xwegira wê  $R$  ye, ji ber vê yekê heger bi riya guhêreka ji kedê re raker herikîna elektirîkî di tîlên veguheştinê de daxin  $\frac{1}{100}$  ji xurtiya herikîna pêçeka wê ya destpêkê, wê demê heger herikîna elektirîkî di pêçeka destpêkê de heman xurtiya xwe ya resen ma, enerjîya windakirî digihêje  $\frac{1}{1000}$  ji enerjîya windakirî.

Li cem herêmên belavkirinê, guhêrekên ji kedê re nizimker bi kar tên, li gorî ku cudahiya kedê li ser pêçeka duyem **220** volt e, ew jî keda vexistina gilopên ronîkirinê û piraniya alavên elektirîkî yên di malan de bikarhatî ne.

### **Karê guhêrekê:**

Dema pêkanîna potensiyeleke guherbar a sayinî, gelo çawa karê guhêrekê şîrove dibe?

Dema pêkanîna potensiyeleke guherbar a sayinî di navbera her du aliyên dewireya destpêkê de, herikîneke guherbar a sayinî tê re derbas dibe, her wiha di hundirê têla badokî de zeviyeke megnetîzî ya guherbar çêdibe, tovika hesinî li ser derbasbûneke tam kar dike, li dewireya duyem wê diravêje, her wiha hêzeke livîner û elektirîkî çêdibe ku bi piştguhkirina xwegira têlên badokî di guhêrekê de yeksanî potensiyela guherbar a sayinî ya di navbera her du aliyên wê de be, her wiha herikîneke elektirîkî ya guherbar tê re derbas dibe ku heman lerizîna herikîna di pêçeka destpêkê re derbasbûyî ye.



### **Başiya guhêreka elektirîkî:**

Heger windakirin di enerjîya elektirîkî de di guhêrekê de tune be, ev tê wateya ku enerjîya di pêçeka duyem de çêkirî yeksanî enerjîya elektirîkî ya windakirî di pêçeka destpêkê de ye, ango başiya guhêrekê **100%**

Weke vê guhêrekê di jiyana zaniştî de tune ye, ji ber ku enerjî winda dibe, ji ber van sedeman:

1. Di têlan de, parçeyek ji enerjîya elektirîkî bi enerjîya têhnî vediguhere û ji bo kêmkirina vê windakirinê, bikaranîna têlên kanzayî baştir e.
2. Di dilê hesinî de ji ber herikînên dewamî, parçeyek ji enerjîya elektirîkî bi enerjîya têhnî vediguhere û ji bo kêmkirina vê windakirinê her wiha kêmkirina herikînên dewamî, dilê hesinî ji telaşê ji hesinê nerim ê sîlîkonî cudakirî tê çêkirin, ew jî ji ber ku xwegira wê mezin e.
3. Parçeyek ji enerjîya elektirîkî bi enerjîya mîkanîkî vediguhere, di tevgerandina molokulên dilê hesinî de tê mezaxtin û ji bo kêmkirina vê windakirinê hesinê nerim ê sîlîkonî bi kar tê ji bo hêsankirina tevgera molokulên wê yê megnetîzî.

Bi giştî heger enerjîya windakirî **10 %** ji enerjîya elektirîkî ya resen be, wê demê başiya guhêrekê **90 %**.

başiya guhêrekê bi rêjeya enerjîya elektirîkî ya ji pêçeka duyem bidestxistî li enerjîya elektirîkî ya ji pêçeka destpêkê re hatî dayîn di heman demê de, tê pênasekirin, ango:

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100$$

### Rahênaneke çarekirî (3):

Guhêrek li ser jêdereke herikîneke lerizok kar dike, ku hêza wê ya livîner û elektirîkî **100 V** be, herikîneke xwedî xurtiyeke **4 A** dide hêza wê ya livîner û elektirîkî **900 V**, gelo heger başiya guhêrekê **100 %**, xurtiya herikîna jêderê çî qas e?

**Çare:**

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_p} = \frac{I_p}{I_s} \Rightarrow \frac{900}{240} = \frac{I_p}{4} \Rightarrow I_p = \frac{900 \times 4}{240} = 15 \text{ A}$$

### Rahênaneke çarekirî (4):

Zingilekî elektirîkî li ser guhêrekeke elektirîkî xwedî başiyeke **80 %** siwarkirî ye, heger hêza livîner a elektirîkî di malê de **220 V** be, guhêrek **8 V** dide:

1. Heger hejmara pêçanên pêçeka destpêkê (**1100**) pêçan be, gelo hejmara pêçanên pêçeka duyem çî qas e?
2. Heger xurtiya herikîna di pêçeka destpêkê de **0.1 A** be, gelo xurtiya herikîna di pêçeka duyem de çî qas e?

**Çare:**

1.  $\eta = \frac{\epsilon_s I_s}{\epsilon_p I_p} \times 100 \Rightarrow \eta = \frac{\epsilon_s}{\epsilon_p} \times \frac{N_p}{N_s} \times 100$   
 $80 = \frac{8}{220} \times \frac{1100}{N_s} \times 100 \Rightarrow N_s = 50 \text{ pêçan}$
2.  $\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \Rightarrow \frac{I_s}{0.1} = \frac{1100}{50} \Rightarrow I_s = 2.2 \text{ A}$

### Başkirina başiya karê guhêrekê:

Dema hûn barkera mobayilê bi kar bînin, di dema bikaranîna barkirinê de, bilindbûna pileya germahiya wê hîs dikin, gelo çima? Gelo girîngtirîn çareyên zanistî ji bo başkirina başiya karê guhêrekê çi ne?

- Sedemên bilindbûna pileya germahiya barker (guhêrek) ev in:
  - Windakirina parçeyeke enerjîya elektirîkî, têhnî bi karê jûl.
  - Herikînen Fogo yê arîner.

Ji bo başkirina başiya karê guhêrekê ev çêdibin:

- Têlên badokî ji sifirê ya xwedî xwegireke biçûk, ji bo kêmkirina enerjîya elektirîkî ya windayî, bi karê jûl.
- Tovika hesinî ji telaşên zirav ji hesina nerim a jev cudakirî, ji bo kêmkirina bandoriya herikînen arîner (herikînen Fogo).

### Guhêrekên ji potensiyelê re nizimker:

Gelek bikaranîn ji guhêrekên ji potensiyelê re nizimker re hene, ji wan:

- Barkirina hinek alavên elektirîkî û di firinên helandinê de.
- Lîstokên zarokan ên ku di wan de potensiyel ji **220 V** dadikeve **12 V** an jî kêmtir.
- Bikaranînen lihêma elektirîkî li gorî ku pêdivî bi herikîneke xwedî xurtiyeke ji pêpilka sedên empêr heye.

### Lêvegerandina guhêrekê û veguheştina enerjîya elektirîkî:

Lêvegerandina veguheştinê bi vê têkiliyê tê dayîn:

$$\eta = \frac{P - P'}{P}$$

Li gorî ku:

**P**: Karîna ji jêdera herikîna guherbar çêkirî ye.

**P'**: Karîna di têlên veguheştinê de windakirî, têhnî bi karê jûl.

$$\eta = 1 - \frac{P'}{P}$$

Ji ber ku karîgeha karîne gelekî nêzî yekê ye, wê demê:

$$P = U_{eff} \cdot I_{eff}$$

$U_{eff}$  potensiyela hilberîner a di navbera her du aliyên jêderê de ye.

$$P = R \cdot I_{eff}^2$$

Li gorî ku  $R$  xwegira têlên veguhestinê ye.  
Di têkiliya lêvegerandinê de bi cih bikin

$$\eta = 1 - R \frac{I_{eff}}{U_{eff}}$$

Ji bo lêvegerandin nêzî yekê bibe, divê xwegira têlên veguhestinê  $R$  biçûk bibe, yan jî  $U_{eff}$  mezin bibe, ew jî çêdibe bi riya bikaranîna guhêrekên ji potensiyelê re raker, li cem navenda çêkirina herikînê û piştê dema bikaranînê, li ser pêvajoyan nizimkirina wê.



## PIRSÊN NIRXANDINÊ

### 1- Bersiva raşt hilbijêrin:

1. Rêjeya veguherîna guhêreke elektirîkî  $\eta = 2$  ye û nirxê xurtiya wê ya hilberîner di pêçeka wê ya duyem de  $I_{effs} = 6 A$  ye, wê demê xurtiya hilberîner di pêçeka wê ya destpêkê de ev e:

a)  $I_{effp} = 2 A$

b)  $I_{effp} = 12 A$

c)  $I_{effp} = 9 A$

d)  $I_{effp} = 3 A$

2. Rêjeya di navbera enerjîya elektirîkî di pêçeka duyem de û enerjîya elektirîkî di pêçeka destpêkê de, bi vî navî tê naskirin:

a) enerjîya windakirî

b) enerjîya hatî dayîn

c) başiya guhêrekê

d) hêza vêxistina jeneretore

### 2- Raveyeke zaniştî bidin:

1. Enerjîya elektirîkî bi riya herikîneke domdar, li dirêjahiyên dûr nayê veguheştin.

2. Bi potensiyekê, enerjîya elektirîkî çend hezarên voltan vediguhêze û piştê dema mizêxerê dadikeve **220 V**.

3. Tovik di guhêrekê de, ji lewh an jî boriyên ji hesina nerim cudakirî, çêdibe.

### 3- Van girêftariyan çare bikin:

1. Hejmara pêçanên pêçekê **80** pêçan in, rûbera parçeya wê **0.2 m<sup>2</sup>** e, li ser navbereke megnetîzî ya birêkûpêk tîkî daliqandî ye, dema ku pêçek **0.25** dewire di **0.5** çirke de dizivire, navîniya hêza livîner a arîner **2 V** ye, xurtiya zeviya megnetîzî bibînin.

2. Şivikek ji sifirê bi dirêjahiya **30 cm** li ser zeviyeke megnetîzî ku xurtiya wê **0.8 Tesla** ye, bi awayekî tîk û bi lezeke **0.5 m/s** dilive, hêza livîner, elektirîkî û arîner di vê şivikê de bibînin.

3. Hêzeke livîner, elektirîkî û arîner bi qasî **10 V** di pêçekê de çêdibe, heger xurtiya herikîna tê re derbasbûyî bi qasî **40 A/s** bê guherîn, karîgeha xweberî ji pêçekê re bibînin



BEŞA SÊYEM

LÊKOLÎNEK DI DERBARÊ ASTROFÎZÎKÊ  
DE



# LÊKOLÎNA ASTROFÎZÎK



Mirov ji kevin de bi esmanan difikire û hewil da ku bi riya cîgehên kevirên esmanî tê de ronîkirî lêkolîn bike û bi teşeyên nîgaşbûyî ve girê bide ku gelek caran dibû weke efsan, lê di sedsala bîstan de, piştî derketina teoriyên nûjen weke rêjeyiya giştî, û piştî ku bi riya teleskopên mezin yên ku li derdora erdê di çerxan de weke setelayitê mîna teleskopa Hapilê dizivirin, derfeta çavdêriya gerdûnê ji derveyî atmosferê çêbû, li gorî van tiştan wêne bêtir diyar bû.

- Hûn çî di esmanan de dibînin?
- Di şeveke bêewir de, di cihekî ku tê de qirêjbûna şewqî nebe, li esmanan binêrin û tiştên ku we dîtî bêjin, gelo ji kevirên esmanî yên ronîkirî re heman xurtiya şewqê heye yan na?
- Şopandina esmanan bêtirî rojekê dubare bikin, gelo hemû kevirên esmanî di heman cîgehê de dimînin? Û belavbûna wan heman dimîne?
- Hinek tiştên ku hûn weke xalên ronîkirî dibînin, di pergala me ya rokê de gereştêrk in û hinek ji wan stêrk in û hinek jî galaksî ne û hwd, gelo çawa jev tên naskirin?

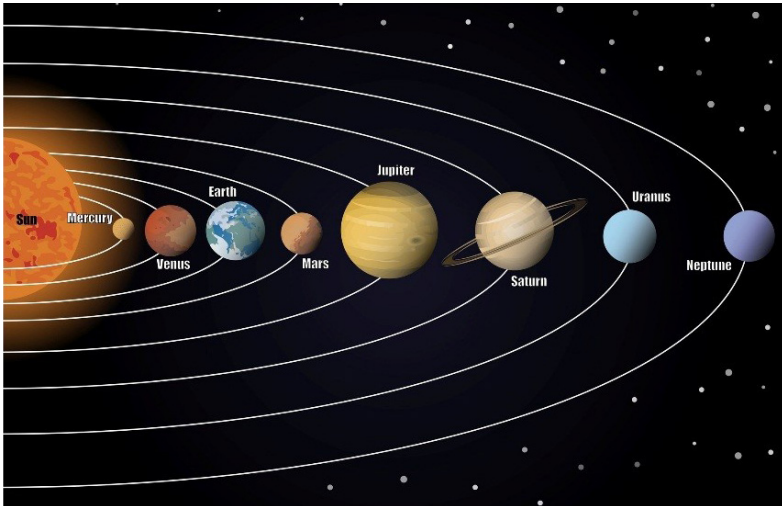
## Encam:

- Tîrêjweşîna gereştêrkan bêtir ji tîrêjweşîna stêrkan cihê xwe digire.
- Cîgehên gereştêrkan tên guherîn, lê stêrk weke teşeyên xwecih xuya dikin.
- Li gorî çavdêrekî li ser erdê, gereştêrk di navbereke destnîşankirî de tev digere, lê stêrk li gorî dirêjbûna lûtikeya esmanî, belav dibe.
- Bi karanîna teleskopê, gereştêrk bêtir diyar in, lê stêrk weke xalên ronîkirî dimînin.



## Pergala rokê:

Gereştêrkên pergala rokê heşt in, çar ji wan gazî ne û yê din kevîrî ne, nîşan bikin kîjan gazî ne, gelo ew gereştêrk ji rokê nêzîktirîn an jî dûrtirîn gereştêrk in?



**Jêdera enerjiya ku rok dide çi ye?**

### Bihizirin:

Rok weke stêrkên din bi awayekî bingehîn hîdrojen û hîlyom digire û bi demê re qasiya hîlyom zêde dibe û ya hîdrojen kêr dibe û ya rokê jî kêr dibe, gelo çawa ev tişt bi hev ve tên girêdin?

## Encam:

Di stêrkan de hîdrojen tevlî hev dibe ji bo hîlyom bi deşt bixe û bi vê encamê li gorî Aynîştayn di rêjeyiya taybet de  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ , kêmbûna di sengê de dibe enerjîyek.

## Rahênaneke çarekirî:

Dema pêşkêşkirina erdê ji tîrêjên rokê re, navînî her  $1 \text{ m}^2$  ji ruyê erdê  $6.3 \times 10^4 \text{ J}$  distîne, li gorî ku  $47 \%$  digihêje ruyê erdê û ya mayî atmosfer wê dimije yan jî jê vedigere valahiyê.

Heger durahiya rokê ji erdê derdorî (150) milyon kilometer be (Durahiya atmosferê ji ruyê erdê piştguhkirî dibe), kêmbûna di senga rokê de di her çirkekê de bibînin.

## Çare:

Enerjiya hatî ji her  $1 \text{ m}^2$  re ji erdê:

$$E_1 = 6.3 \times 10^4 \times \frac{100}{47} \Rightarrow E_1 = 13.4 \times 10^4 \text{ j}$$

Wê demê enerjîya tevahî ya ji rokê derketî di çirkekê de, ew enerjîya ji ruyê gogekê re hatiye ku navenda wê rok be û nîveşkêla wê (150) milyon kilometer be.

$$\Delta E = 4\pi \cdot r^2 \cdot E_1$$

$$\Delta E = 4\pi \times (150 \times 10^6 \times 10^3)^2 \times 13.4 \times 10^4$$

$$\Delta E \approx 161.4 \times 10^{34} \text{ j}$$

Li gorî têkiliya Aynîştayn  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$  ev enerjî encama kêmbûna di senga rokê de ye:

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$$

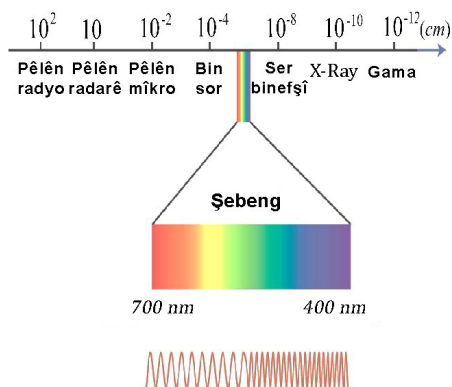
$$\Delta m = \frac{8 \times 10^{27}}{(3 \times 10^8)^2}$$

$$\Delta m = 0.8 \times 10^{11} \text{ kg}$$

Ew jî qasiya kêmbûna di rokê de ye di her kêliyê de.

## Labirbûna ber bi şebenga sor ve:

Bi riya çavdêriya zanyarê Hapil li galaksiyên dûr, dema dît ku çî qasî galaksî dûr be labirina şebenga wê ber bi sor ve ye, matmayî ma.



## Ev tê çî wateyê? Girêdayî tevgera pergala e:

Şewq, şebenga berçav ji pêlên elektromagnetîzî ye, rengên wê ji binefşî ber bi sor ve diçe (Rengên keskesor) û çî qasî dirêjahiya pêlî zêde bibe, reng nêzî sor dibe.

Gelo labirina şebenga galaksiyan ber bi şebenga sor ve, tê çî wateyê?

Dûr an jî nêzîkî me tev digere?

Bandoriya Dopler vî tiştî diyar dike.

### Bandoriya Dopler:

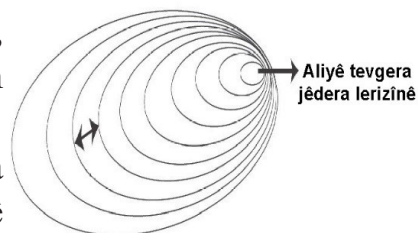
Cudahiya dengê zembûra tirimbêlê, dema ku nêz bibe û dûr berdewam dike heye, çima?

Deng pêl e, gelo dema çavkaniya çêkirina pêlê dûrî çavdêr bikeve, wê çî çêbibe?

Dema ku çavkanî li gorî çavdêr rawestî be, dirêjahiya pêlê dibe  $\lambda : \lambda = \frac{v}{f}$ .

Li gorî ku  $f$  potensiyela lerizînê ye,  $v$  leza pêlê ye,  $\lambda$  dirêjahiya pêlê ye.

Dema ku çavkanî bi lezekê  $v'$  dûrî çavdêr tev digere, dirêjahiya pêlê dibe  $\lambda'$ :



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

$$\lambda' = \frac{v + v'}{\frac{v}{\lambda}}$$

$$\lambda' = \left(1 + \frac{v'}{v}\right) \lambda$$

Ev tê wateya ku  $\lambda'$  ji  $\lambda$  mezintir e.

Dema ku dirêjahiya pêla şewqê zêde dibe, çi çêdibe?

### Encam:

Dema ku çavkaniyeke pêlî dûrî çavdêrekî diçe, wê demê dirêjahiya pêlî zêde dibe û ji ber ku şewqa bi dirêjahiya pêlî ya mezin sor e, wê demê dema ku çavkanî dûrî çavdêr dikeve, şebeng ber bi sor ve diçe.

### Xweciha Hapil:

#### Çalakî:

Li gorî girafîka li jêr bersivê bidin:

Li gorî lêkolîna zanyarê Hapil, girafîk leza galaksiyê bi riya dûrahiya wê ji erdê dide xuyakirin.

Ji bo pîvana durahiya galaksî mena (Mpc) bi kar anî, bi awayê milyon pasêk (parsec) aştromînîk tê xwendin, ew jî meneke ku tê de durahiya mezin di navbera galaksî de tê pîvan.

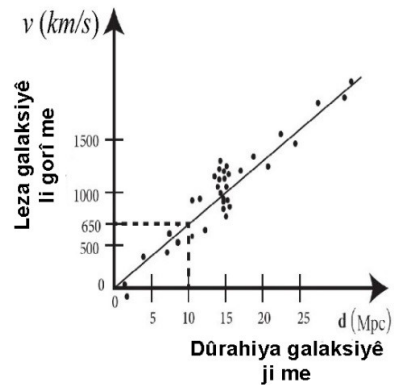
Li gorî ku: **(1 pc = 3.26 Ly saleke şewqî)**

Kîjan mezintir e, leza durahiya galaksî yê nêz an jî dûrî erdê?

Ev tê wateya ku Hapil, di şebenga dûrtirîn galaksî de labirineke ber bi sor ve, yan jî ber bi şîn ve dîtiye?

Dibe ku leza galaksiyan bi durahiya xwe re bi awayekî rêjedar bê guherîn?

Xweciha rêjedariyê (meyl) ya herî nêzîk bi  $H_0$  sembol bikin û têkiliya di navbera  $d$ ,  $H_0$ ,  $v$  de bibînin.





## Encam:

Hapil labirina şebenga dûrtirîn galaksî ber bi sor ve dît, ango di dirêjahiya pêlî de zêdebûn, li gorî Doplêr ev tê wateya zêdebûnê di leza dûrahiya ji erdê de û bi lêkolîna zêdebûna leza galaksî bi riya durahiya wê ji erdê, Hapil gihişte encamekê ku çî qasî galaksî dûr be, leza dûrbûna wê mezintir e li gorî têkiliya:

$$v = H_0 \cdot d$$

$v$ : Leza galaksî li gorî erdê ye.

$H$ : Xweciha Hapil e.

$d$ : Dûrahiya galaksî ji erdê ye.

## Rahênaneke çarekirî:

1. Xweciha Hapil bi riya menên di girafîka bûrî de bikarhatî û piştê bi riya menên navnetewî, bibînin.

pc (parsec): Pasêka aştromînîk e û yeksanî **3.26 Ly** salên şewqî ne

2. Durahiya galaksî bibînin li gorî ku xêzika şebenga hîdrojenê tê de hatiya çavdêrkirin, rêjeya labirina dirêjahiya pêlê li dirêjahiya resen **1/30** ye.

3. Ji bo şewq ji wê galaksiyê bigihêje erdê, çend sal pêwîst in?

## Çare:

1) Dûrahiya di navbera sifir û **10 Mpc** bibin, her wiha leza beramber a di navbera sifir û **680 km/s** de ye.

$$H_0 = \frac{v}{d} \Rightarrow H_0 = \frac{680}{10} = 68 \text{ km/s.Mpc}$$

Ev xweciha Hapil bi menên navnetewî ye.

Deştêkê sala şewqê bibînin, ew dirêjahiya ku şewq di saleke zayînî de di valahiyê de qut dike:

$$\text{Saleke şewqî} = 3 \times 10^8 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365.25$$

$$1 \text{ pc} = 3.26 \text{ Ly} = 3.26 \times 9.46728 \times 10^{15} \approx 3 \times 10^{16} \text{ m}$$

$$H_0 = \frac{680 \times 10^3 \text{ (m/s)}}{10^6 \times 3 \times 10^{16} \text{ (m)}} = 226.6 \times 10^{-19} \text{ s}^{-1}$$

Ev xweciha Hapil piştî vegerandina wê ji menên navnetewî ye.  
2-

$$\lambda' = (1 + \frac{v'}{c}) \lambda$$

$$\lambda' = \lambda + \frac{v'}{c} \lambda$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{v'}{c} \lambda$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$$

$$\frac{1}{30} = \frac{v'}{3 \times 10^8} \Rightarrow v' = 10' m/s$$

Ji zagona Hapil:  $v = H_0 \cdot d$

$$10^7 = 226.6 \times 10^{-19} \times d$$

$$d = 4.41 \times 10^{23} \text{ m}$$

3-

$$c = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{c} = \frac{4.41 \times 10^{23}}{3 \times 10^8}$$

$$= 1.47 \times 10^{15} \text{ Çirkeke sewqî}$$

Ev dem bi salên şewqî pîvankirî ye:

$$t = \frac{1.47 \times 10^{15}}{60 \times 60 \times 24 \times 365.25} = 4.66 \times 10^7 \text{ Ly}$$

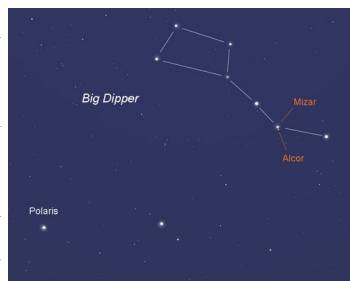
Ango ew galaksî bi qasî  $4.66 \times 10^7$  salên şewqî, dûrî me ye, ev tê wateya ku di roja îro de, tiştên ku di wan galaksiyan de tê dîtin ji  $4.66 \times 10^7$  salên şewqî çêbûye.

### Cureyên stêrkan:

Pergala rokê stêrkeke tenê digire, ew jî rok e, gelo hemû stêrkên di gerdûnê de bi tenê ne?

Teleskop nîşan dane ku gelek stêrk, cot in (Binary stars) û li derdora hev dizivirin.

Belkî hinek stêrkên cot bi çavan werin dîtin weke stêrka ku xwarbûnê di destê hirçê de çêdike, ew bi rastî du stêrk in, yek ji wan mizar û ya hindiktirîn beriqandin Alcor e û her du gelekî nêzî hev in li gorî ku pêdivî bi çavekî pir baş heye ji bo cudahiya di navbera wan de (Ev di kevin de dihat bikaranîn ji bo fehisa xurtiya dîtinê).



## Teoriya Big Bang:

### Bihizirin:

Diyardeya labirinê ber bi sor ve ji şebengên galaksî re, nîşan dide ku hemû galaksî jêv dût in, valahiya gerdûnê weke pimpimokeke ku tê pîvdan, dirêj dibe.

Heger hûn bi vegerandina demî re, dîmenê bînin ber çav, gelo gerdûn di kevin de çawa bû?

Ji vê gerdûnê re dawî heye?

### Encam:

Zêdetirîn teoriyên ku li derdora çêbûna gerdûnê yê hatin pe-jirandin, teoriya Big Bang e, li gorî wê gerdûn berî 13.8 milyar sal çêbûye, di wê demê de gerdûn xaleke bitenê û gelekî biçûk bû, tîrbûna wê pîr bilind bû, ew jî ji ber heyber û germahiya ku kesek nikare aşop bike, piştî teqîna mezin çêbû û heyber weke teşe çêdibû, destpêkê parçekokên destpêkê çêbûn piştî atom û molokûl û toza gerdûnê, her wiha stêrk û galaksî û firehbûna gerdûnê heta roja îro berdewam e.

### Bingehên fîzîkî ji teoriya Big Bang:

1. Labirina ber bi sor ve ji şebenga galaksiyan re.
2. Bêahengiyeke lawaz heye, ji pêlên radiyoyê yê ku her bi awayekî rêxistinkirî ji hemû aliyên gerdûnê ve tînin û bi heman xurtiya texmînkirî di dema niha de, ji tîrêjbûna Big Bangê re.
3. 3. Qasiyên pîr mezin ji hîdrojen û hîlyomê di stêrkan de heye, mîna qasiya hîlyoma ku rokê digire sê qatan bêtir qasiya ku bi encama tevlîbûna hîdrojenê di navenda rokê de çêdibe, pê-diviya vî tiştî bi jêdereke din pîr mezin heye ku bilindtirîn pileya wê ya germahiyê bi gelekî bêtir pileya germahiya rokê be, ev xulekên destpêkê ne ji destpêkirina Big Bang.

### Rahênaneke çarekirî:

Heger xweciha Hapil  $H_0 = 226.6 \times 10^{-19} \text{ s}^{-1}$  be, temenê gerdûnê yê giroverkirî li gorî zagona Hapil bibînin.

### Çare:

$d$  dûrahiya galaksiyekê ji erdê ye, di heman demê de ji dema çêbûna teqîna mezin, dirêjahiya ku galaksiyê qut kiriye çi qas e, li gorî ku galaksiya me û hemû galaksî di heman xalê de bûn, dema ku ji teqîna mezin  $t$  heta îro bûriya bi navê temenê gerdûnê bi nav bikin  $v = \frac{d}{t}$ .  
Lê:  $v = H_0 \cdot d$

$$\frac{d}{t} = H_0 \cdot d \Rightarrow t = \frac{1}{H_0} = \frac{1}{226.6 \times 10^{-19}} = 4.41 \times 10^{16} \text{ s}$$

Temenê gerdûnê yê giroverkirî bi salan:

$$t = \frac{4.41 \times 10^{16}}{60 \times 60 \times 14 \times 365.25} \approx 14 \times 10^9 \text{ years}$$

Ango: temenê gerdûnê derdorî **14** milyar sal e.

Belavbûna galaksiyan di gerdûnê de:

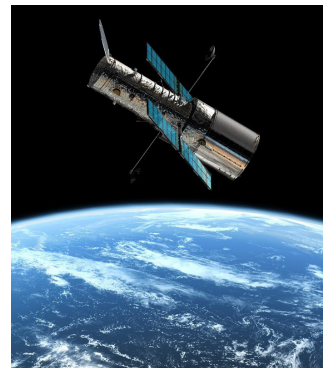
1. Galaksî, sîstemeke gerdûnê ye, ji kombûneke mezin ji stêrk, toz, û gazan ku bi hev ve bi hêzên kêşana hevguhêr pêk têk, li derdora navendeke hevbeş dizivirin.
2. Zanyar dibêjin derdorî  $10^{10}$  heta  $10^{12}$  galaksiyan di gerdûnê de hene, dûrtirîn galaksiyên ku hatine wênegirtin bi qasî 10 heta 13 milyar salên şewqî ne, di qebareyên xwe de di navebra galaksiyên kurt de yên ku hejmara stêrkên wê ne zêdeyî  $10^7$  stêrk in û rûbera wan derdorî hezar salên şewqî ne û galaksiyên mezin ên ku bêtirî  $10^{12}$  stêrk digire û qebareya wan derdorî milyon salên şewqî ne.

### Galaksiya me:

Galaksiya me bi navê kadiz tê naskirin û tê de bêtirî  $2 \times 10^{11}$  stêrk heye, zanyar dibêjin ku eşkêla wê derdorî **100** hezar salên şewqî ne, gelek kombûnên stêrkî digire tevî pergala rokî, ya ku gerestêrka me (gerestêrka erdê) endamê wê ye.

### Ronîkirineke zanistî

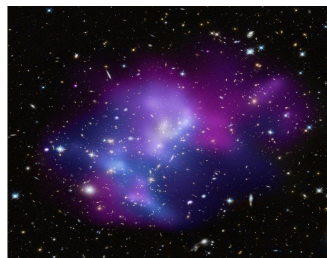
- Ji bo rûmetdarkirina zanyarê Hapil, teleskopa valahiyê ya mezin bi navê wî hat naskirin, bû alîkar di tekezkirina teoriya Hapil de.
- Xweşiktirîn wêneyên ku teleskopa Hapil girtiye, ewra sere hespê yê ku di tele



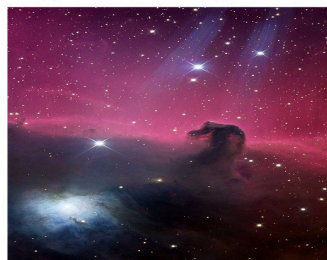
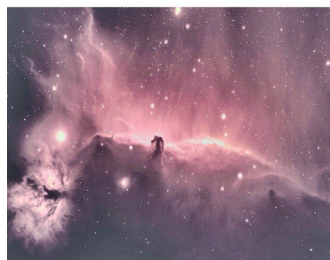
skopê de di komika çarçoveya Cebare de derketiye, ew her sê şêrkên ku bi çawan tê dîtin li ser heman rastekê ne.



**Kadiz**



**Milyarên  
galaksiyan**



**Mija serê hesp**

### Çalên reş:

Bi zêdebûna senga gewdeyê, hêza kêşana wê zêde dibe û bi kêmbûna dûrahiyê jî gewdeyê jî zêde dibe.

Zagona Newton a cîhanî ya ku vî tiştî şîrove bike çi ye?

Çawa wê hêza kêşanê bê dawî be?

Li gorî zagonên Newton, leza berdanê jî wê kêşanê çi qas e?

### Bi bîr bînin:

- Hêza hev kêşana sengî di navbera du gewdeyan de, bi sêngên wan re, di nava rêjedarîyeke rast de ye û bi dama dûrahiya di navbera wan de di nava rêjedarîyeke vajî de ye, her wiha li gorî zagonên Newton dema ku dûrahiya di navbera her du sengan de diçe sifir, hêz dibe bê dawî.
- Heger hûn li ser ruyê erdê bin û bixwazin gewdeyekê ber bi jor ve biavêjin jî bo jî kêşana erdê were berdan û biçe valahiyê, divê enerjîyeke tevgerî jî enerjîya wê a kêşan mezintir, biştîne:

$$E_k = E_p$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = F_c \cdot r$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = G \frac{m \cdot M}{r^2} \cdot r$$

$$v = \sqrt{\frac{2 G \cdot M}{r}}$$

**v:** Leza berdanê ji erdê ye (leza gerdûnî ya duyem)

**r:** Nîveşkêla erdê ye.

**G:** Xweciha hev kêşana cîhanî.

**m:** Senga erdê (gewdeya kêşanê)

- Yekemîn leza gerdûnî, leza çerxî ye, ya ku dihêle gewde di hundirê çerxekê de li derdora gewdeyê kişîner, bizivire.

### **Rahênaneke çarekirî:**

Heger dirêjahiya nîveşkêla erdê **6400 km** be û lezîna kêşana erdê li ser ruyê erdê **10 m/s<sup>2</sup>** be, duyemîn leza gerdûnî ji erdê re bibînin.

### **Çare:**

Hêza kêşana erdê ji gewdeyê tê wateya giraniya wê:

$$F_c = W$$

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

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

$$r \cdot g = G \frac{M}{r}$$

Leza berdanê (duyemîn leza gerdûnî) wiha dibe:

$$v = \sqrt{\frac{2 G \cdot M}{r}}$$

$$v = \sqrt{2 r \cdot g}$$

$$v = \sqrt{2 \times 6400 \times 1000 \times 10} = 11.3 \times 10^6 \text{ m/s}$$

### Pirs:

- Gelo heger dirêjahiya nîveşkêla erdê (gewdeya kişîner) biçûk bû, dê çawa bibe?
- Dê çi bibe ji leza gewdeya hatî kişandin ji bo karibe xwe berde?
- Lê sînor ji leza gewdeyê re hene, çi ne?
- Dirêjahiya nîveşkêla gewdeya kişîner çi qas e?
- Çi qasî dirêjahiya nîveşkêla gewdeya kişîner kêr bibe û tîrbûna wê zêde bibe, leza berdanê ya pêwîst ji bo ji ruyê wê azad bibe, zêde dibe.
- Ji ber ku leza tu gewdeyê nikare zêdeyî leza şewqê di valahiyê de biçê, bes e ku dirêjahiya nîveşkêla gewdeya kişîner bi vî awayî be:

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{r}} \Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2}$$

Ji bo tu gewde nikaribe xwe jê berde, şewq jî, wê demê bi navê çala reş tê naskirin.

Nîveşkêla ku têkiliya bûrî pêk tîne, bi navê nîveşkêla Şivarizşêld tê naskirin.

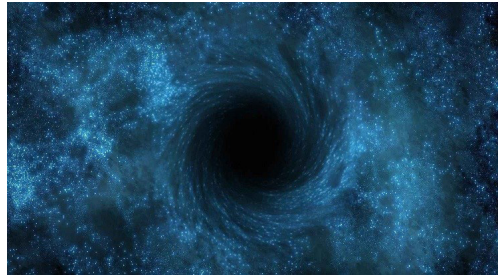
Sînorên ku piştî wê ji kêşanê nayê berdan, bi navê asoya bûyerê tê naskirin.

### Çalên reş:

Navbereke ku tîrbûna wê pir mezîn e li gorî ku tiştek nikare ji kêşana wê xwe berde, tevî şewqê jî.

Hêza wê ya kêşanê pir mezîn e li gorî ku tiştek nikare ji kêşana wê xwe berde, tevî tîrêja şewqê jî, ji

ber vê yekê ev herêm di valahiyê de ne ber çavan e û ew ji stêrkên ku hatin berdan.



### Bihizirin:

Çawa çala reş dikare şewqê bikşîne? Ji şewqê re seng heye?

### Bi bîr bînin:

Hemberiya enerjîyê di rêjeyiya taybet de seng e, ji şewqê re sengeke rawestiyî tune ye, lê enerjîyeke wê heye hemberî sengeke bi vî têkiliyê ye:  $E = m \cdot c^2$

## Çavdêriya çalên reş:

Çawa çalên reş çavdêr dibin li gorî ku nayê dîtin, her wiha şewqê dixwe?

**1. Reftara gewdeyên li rex çalên reş:** Heger hûn texmîn bikin ku kesek di odeyêke tam reş de ye û tu alavên şevê bi we re tune ye, gelo çawa hûn hebûna wî tekez bikin û cihê wî nîşan bikin? Reftara tiştên derdorê dibe ku nîşanê we bike, weke tevgera derî û dengê wê yan tevgera perdeyan yan jî tevgerê ne naskirî di odeyê de.

Bi riya lêkolîna tevgerên ne texmînkirî ji stêrk an toz an jî gazên li derdora cihên ne berçavan, ev tiştên ku zanyar di çavdêriya çalên reş de li ser sekinîn.

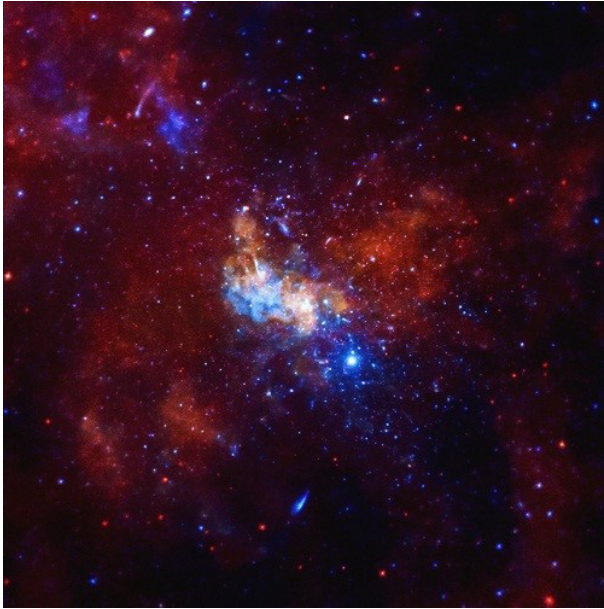
**2. Vejîna tîrî:** Stêrkên li rex û gewdeyên din li derdora çala reş dizivirin û pileya germahiya van gewdeyan milyonên pileyên sediyî bilind dibe û zêdebûn di pileya germahiyê de berdewam dike û leza zivirandina wê zêde dibe û tîrêjên *X - ray* jê derdikeve.

Çavdêriya van tîrêjan bi riya çavdêrên tîrêjên sînê çêdibe.

**3. Bandoriya hûrbîna kêşanê:** Li gorî troriya rêjeyîya giştî, kêşan di valahiyê de xwariyekî çêdike, her wiha şewqa stêrk an jî galaksiyên di ber çala reş re diçin, xwar dibin, ji ber vê yekê tê xuyakirin li gorî teleskopên erdî ku ew stêrk an jî galaksî ne di cihê xwe de ne. Ev diyarde bi navê hûrbîna kêşanê tê naskirin (**gravitational lensing**).



## Ronîkirin



Di 10 Cotana sala 2019 de, yekem wêneyeke raşteqînî, fermî hat ragihandin.

Ev wêneya çaleke reş bi sengeke gelekî mezin e li gorî ku senga wê 6.5 milyar du qatê senga rokê ye û di navenda galaksiya M87 de ye, ku bi qasî  $50 \times 10^6$  Ly dûrî erdê ye.

Piraniya texmînan li ser pêşinarkiriya din a ji hêla teleskopa asoya bûyerê ve, sekinîn, ew jî çala reş e ya di navenda galaksiya me (kadiz) de ye û bi navê Sagittarius A tê naskirin, bi qasî 26000 Ly dûrî erdê ye.

Zehmetiya wênegirtina çala reş a mezin a bi galaksiya M87 taybet, ji vê durahiyê ve, weke zehmetiya wênegirtina parçeyek kevir li ser ruyê heyvê ye

# PIRSÊN NIRXANDINÊ

## 1- Bersiva rast hilbijêrin:

1- Di dema jiyana stêrkeke ku rêjeya hîdrojenê tê de tê guherîn, dema bûyîna wê 70 % bû, piştî jiyana wê bi bûyereke astromînîkal bi nave supernavo, bi dawî bû li gorî ku rêjeya hîdrojenê tê de:

- a. 69 %
- b. Zêdeyî 70 %
- c. Kêmî 70 %
- d. Dibe ku zêde yan jî kêmî 70 % be.

2- Heger galaksiya Andromeda ya nêzîktirîn ji galaksiya kadiz re, dijberî piraniya galaksiyên din, nêzî galaksiya me bibe, wê demê şevbenga li jêr ji galaksiya Andromeda li gorî me:

- a. Ber bi sor ve ladibire.
- b. Ber bi şîn ve ladibire.
- c. Nayê guherîn.
- d. Dirêjahiya pêla wê zêde dibe.

3- Xweciha Hapil, navîniya guherîna:

- a. Leza dirêjbûna gerdûnê bi demê re ye.
- b. Leza dirêjbûna gerdûnê bi dirêjahiyê re ye.
- c. Dirêjahiya di navbera galaksiyan de bi demê re ye.
- d. Lezîna dirêjbûna gerdûnê bi dirêjahiyê re ye.

4- Dûrahiya galaksiya a ji me deh qatên dûrahiya galaksiya b ye, rêjeya leza galaksiya b li leza galaksiya a:

- a) 10                      b) 1                      c) 0.1                      d) 0.01

5- Çalên reş:

- a. xwedî sengeke gelekî mezin e.
- b. xwedî tîrbûneke gelekî mezin e.
- c. xwedî qebareyeke gelekî mezin e.
- d. xwedî nîveşkêleke pir mezin e.

## 2- Van girêftariyan çare bikin:

1. Heger erd hat hev heta ku bû kuneke reş, divê dirêjahiya nîveşkêla wê çi qas be?

Dirêjahiya nîveşkêla erdê di dema niha de **6400 km** ye û lezîna kêşana erdê li cem ruyê wê di dema niha de **10 m/s<sup>2</sup>** e, gelo heger senga erdê li derdora navenda wê kom bû, dê erd heyvê bixwe? Li gorî we gelo çima?

(Di raştîyê de, Cirmên ku jiyana wan bi dawî dibe kuneke reş, ew bixwe stêrkên ku senga wan zêdeyî deh qatên senga roka me ye.)

2. Rêjeya labirina dirêjahiya pêlê li dirêjahiya resen a galaksiyeke bi qasî **932×10<sup>6</sup> Ly** dûrî me, bibînin.

Heger dirêjahiya pêlê ya resen **500 nm** be, dirêjahiya pêlê piştî labirinê, bibînin.

Xweciha Hapil:  $H_0 = 68 \frac{km}{s} \cdot Mpc$

pasêka astromînîkal:  $pc = 3.26 Ly$

Leza şewqê:  $c = 3 \times 10^8 m/s$

## Belavkirina Waneyan Li Ser Sala Xwendinê

Heftî Heyv	Heftiya Yekem	Heftiya Duyem	Heftiya Sêyem	Heftiya Çarem
Rezber			Tevgera ahengdar	Tevgera ahengdar
Cotmeh	Tevgera ahengdar	Tevgera ahengdar	Lerizînên sayinî	Lerizînên sayinî
Mijdar	Lerizînên sayinî	Lerizînên neahengdar	Lerizînên neaheng	Lerizînên neaheng
Berfanbar	Mîkanîka ronan	Mîkanîka ronan	Rêjeya taybet	Rêjeya taybet
Rêbendan	<b>Lêveger</b>	<b>Nirxandin</b>	<b>Bêhinvedan</b>	<b>Bêhinvedan</b>
Reşemeh	A.elektro magnetîzî	A.elektro magnetîzî	A.elektro magnetîzî	Herikîna guhêrbar
Avdar	Herikîna guhêrbar	Herikîna guhêrbar	Guhêreka elektrîkê	Guhêreka elektrîkê
Cotan	Guhêreka elektrîkê	Astrofîzîk	Astrofîzîk	Astrofîzîk
Gulan	<b>Lêveger</b>	<b>Nirxandin</b>		